Durch ständige Weiterentwicklung unserer Erzeugnisse können Abweichungen von den Bildern und dem Text dieser Druckschrift auftreten.

Für Veröffentlichungen stellen wir Reproduktionen der Bilder, soweit vorhanden, gern zur Verfügung.

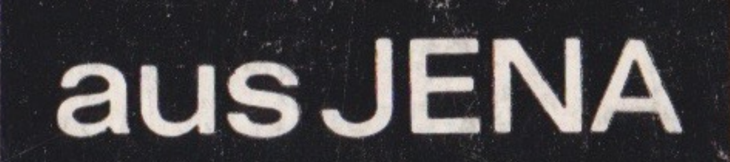
Gestaltung: W. Liebscher

JENOPTIK JENA GmbH
DDR - 69 Jena, Carl-Zeiß-Straße 1
Vertriebsabteilung Vermessungsgeräte
Fernsprecher: Jena 83 0
Fernschreiber: Jena 058 8622

VERTRETUNG:

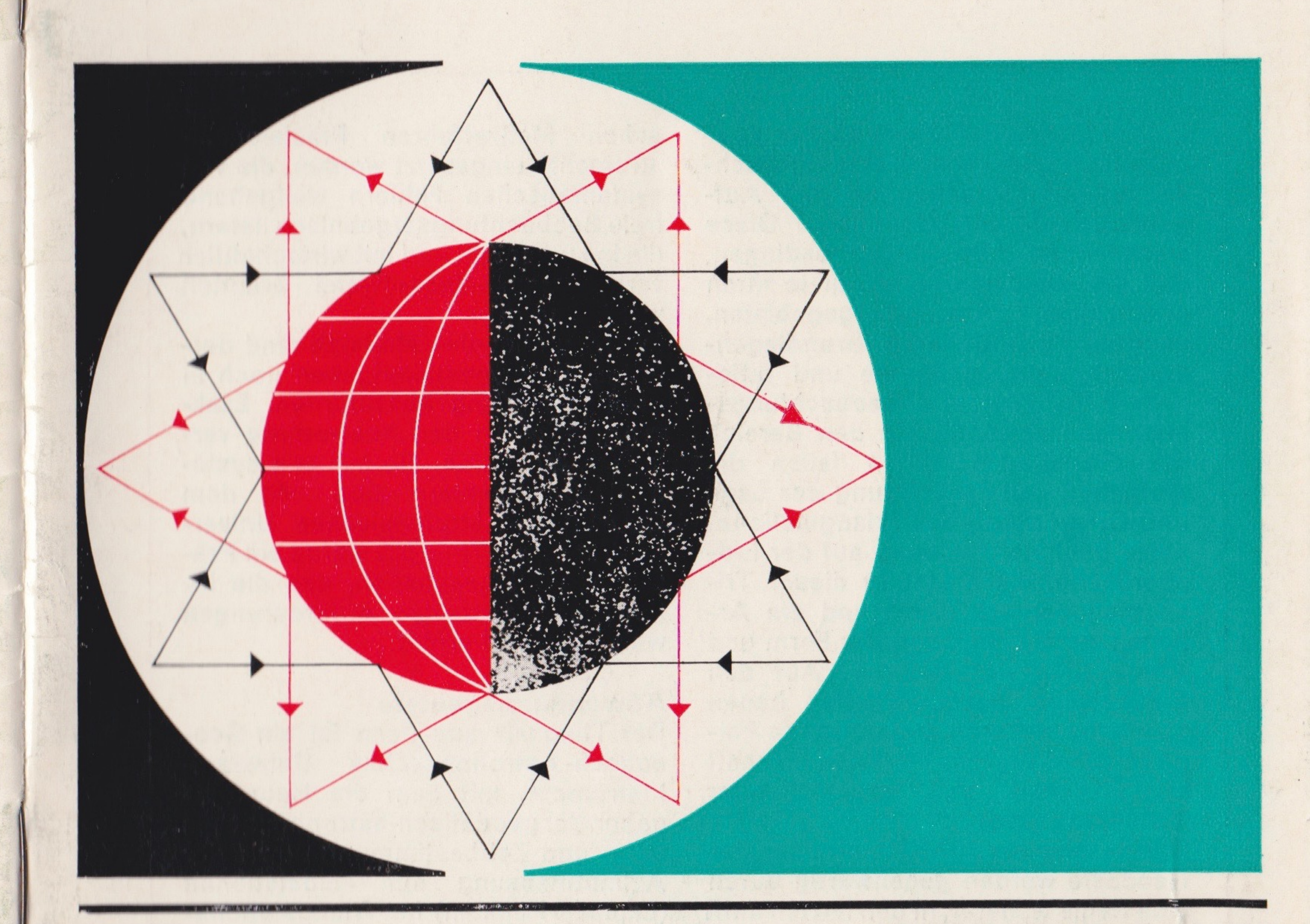


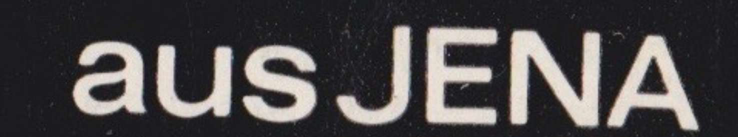
NESTLER TEKENKAMER INRICHTINGEN
JENOPTIK GEODETISCHE APPARATUUR
Basisweg 29 Amsterdam tel. 110233 telex 11176



Druckschriften-Nr. **10-150a-1**
V 2 20 Ag 29 032 71

Geodätisch-Astronomischer Universal-Theodolit Theo 002





Geodätisch-Astronomischer Universal-Theodolit Theo 002

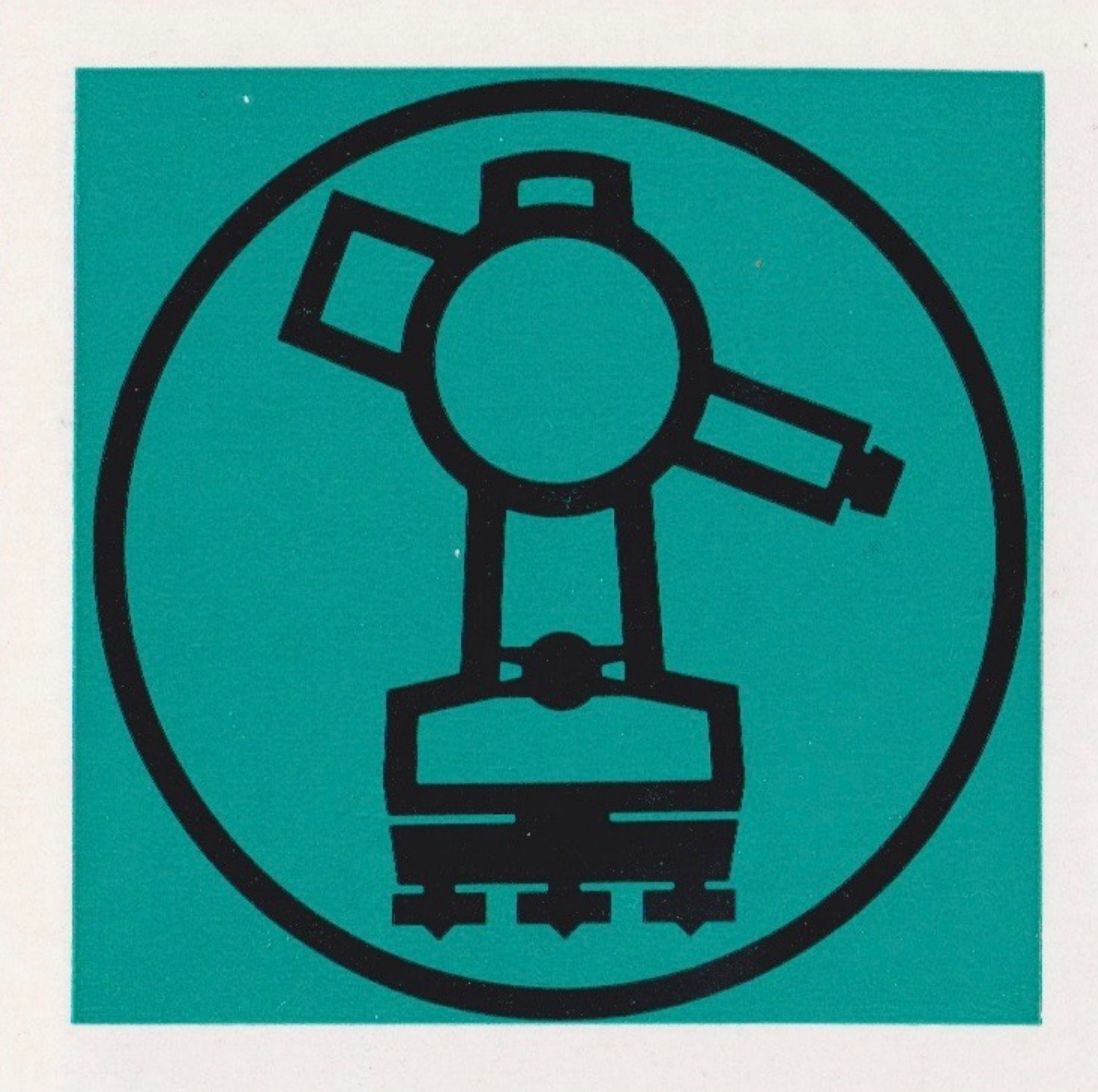
In dem letzten Jahrzehnt stellen Wissenschaft und Technik ständig wachsende Anforderungen an das Aufgabengebiet der Geodäsie. Diese wachsenden Forderungen bedingen, daß die Geodäsie nicht nur in ihren praktischen Anwendungsgebieten, sondern auch in ihren Grundlagenarbeiten neue, genauere und rationellere Arbeits- und Beobachtungsmethoden anwendet. In den Bereich der Grundlagenarbeiten fallen die Aufgaben zur Bestimmung der Lage und Orientierung der Triangulationsnetze höchster Ordnung auf der Erdoberfläche, die Messung dieser Triangulationsnetze direkt und die Arbeiten zur Bestimmung der Form und Abmessung der Erdfigur. Auf den Ergebnissen dieser Arbeiten bauen sämtliche weiteren geodätischen Folgearbeiten auf, die für Wissenschaft und Technik von grundlegender Bedeutung sind.
Die klassischen Arbeitsmethoden der Geodäsie werden gegenwärtig durch eine Reihe weiterer, in den letzten Jahren mit Vorteil angewendeter Meßverfahren ergänzt, die sämtlich dazu beitragen, die geodätischen Grundaufgaben sicherer und vollständiger zu lösen. Aus diesen Gründen ist es von Vorteil, wenn für diese klassischen Meßverfahren Präzisionsinstrumente eingesetzt werden, die von systematischen Fehlern weitgehend freie Beobachtungsergebnisse liefern, die in kurzer Zeit und mit wirtschaftlich vertretbarem Meßaufwand ermittelt werden können.
Im internationalen Maßstab sind derartige Fundamentalaufgaben noch in großem Umfang auszuführen. Exaktere Methoden der Auswertung verlangen Meßdaten, die frei von systematischen Fehlern sind. Mit dem Geodätisch-Astronomischen Universal-Theodolit Theo 002 wurde ein Präzisionsgerät geschaffen, das die international gestellten Anforderungen weitestgehend erfüllt.

Anwendungsgebiete
Der Theo 002 aus Jena ist ein Geodätisch-Astronomisches Universal-Instrument, mit dem die Hauptaufgaben der geodätisch-astronomischen Orts- und Zeitbestimmung sowie der Azimutmessung auf Feldstationen (Laplace-Punkten) im Triangulationsnetz höchster Ordnung gelöst werden können.

Bild 1. Theo 002 im Einsatz

1





Diese Aufgaben sind z. B.:
Azimutmessungen nach der Polarismethode,
Azimutmessungen nach Verfahren Niethammer,
Zeitbestimmungen aus Meridiandurchgängen,
Zeitbestimmung aus Almukantaratdurchgängen,
Breitenbestimmung durch Messung von Zenitdistanzdifferenzen (Verfahren Horrebow-Talcott),
Breitenbestimmung durch Messung von Zenitdistanzen im Meridian (Methode Sterneck),
Breitenbestimmung aus Zenitdistanzmessungen symmetrisch zum I. Vertikal (Methode Pewzow),
Simultane Zeit- und Breitenbestimmung aus Almukantaratdurchgängen (Gaußsche Methode).
Neben Arbeiten für astronomisch-geodätische Beobachtungsmethoden eignet sich der Theo 002 für die Horizontalwinkelmessung in Triangulationsnetzen höchster Ordnung.

Vorteile und Eigenschaften

Dieser vorteilhafte Einsatz des Geodätisch-Astronomischen Universal-Theodolits Theo 002 wird ermöglicht durch eine Reihe von konstruktiven Neu- und Besonderheiten, die der Theo 002 gegenüber bekannten Geräten dieser Genauigkeitsklasse aufweist:
Selbsttätig arbeitende Neigungskompensatoren hoher Einspielgenauigkeit ersetzen die bisher zur Neigungsanzeige der Stehachse üblichen Libellen.
Eliminierung der veränderlichen systematischen Fehler (horizontal und vertikal) der Kippachse.
Schnelle, einfache und sichere Bedienung und Beobachtung. Geschlossene Bauweise des Gerätes.
Große Fernrohrleistung.
Gleiche Teilkreis- und Ablesegenauigkeit für den Horizontal- und Vertikalkreis bei gleichzeitiger Möglichkeit der fotografischen Registrierung.
Kombination von Beobachtungs- und Sucherfernrohr. Der erforderliche Zielpunkt kann durch Einblick in ein Okular wahlweise gesucht oder gemessen werden.
Ausschaltung der nicht erfaßbaren azimutalen Drehungen des Instruments durch Einführung eines Dreifußes mit neuartigem Horizontierungs- und Zentriersystem.
Koaxial angeordnete Grob- und Feinbewegungsschrauben für Seite und Höhe ermöglichen eine schnelle und feinfühlige Zieleinstellung.
Besondere Einrichtung zur direkten

Bestimmung der Exzentrizität des Theo 002 zum Beobachtungszentrum. Durch weitere Zusatzgeräte und -ausrüstungen vorteilhafter und universeller Einsatz des Theo 002.

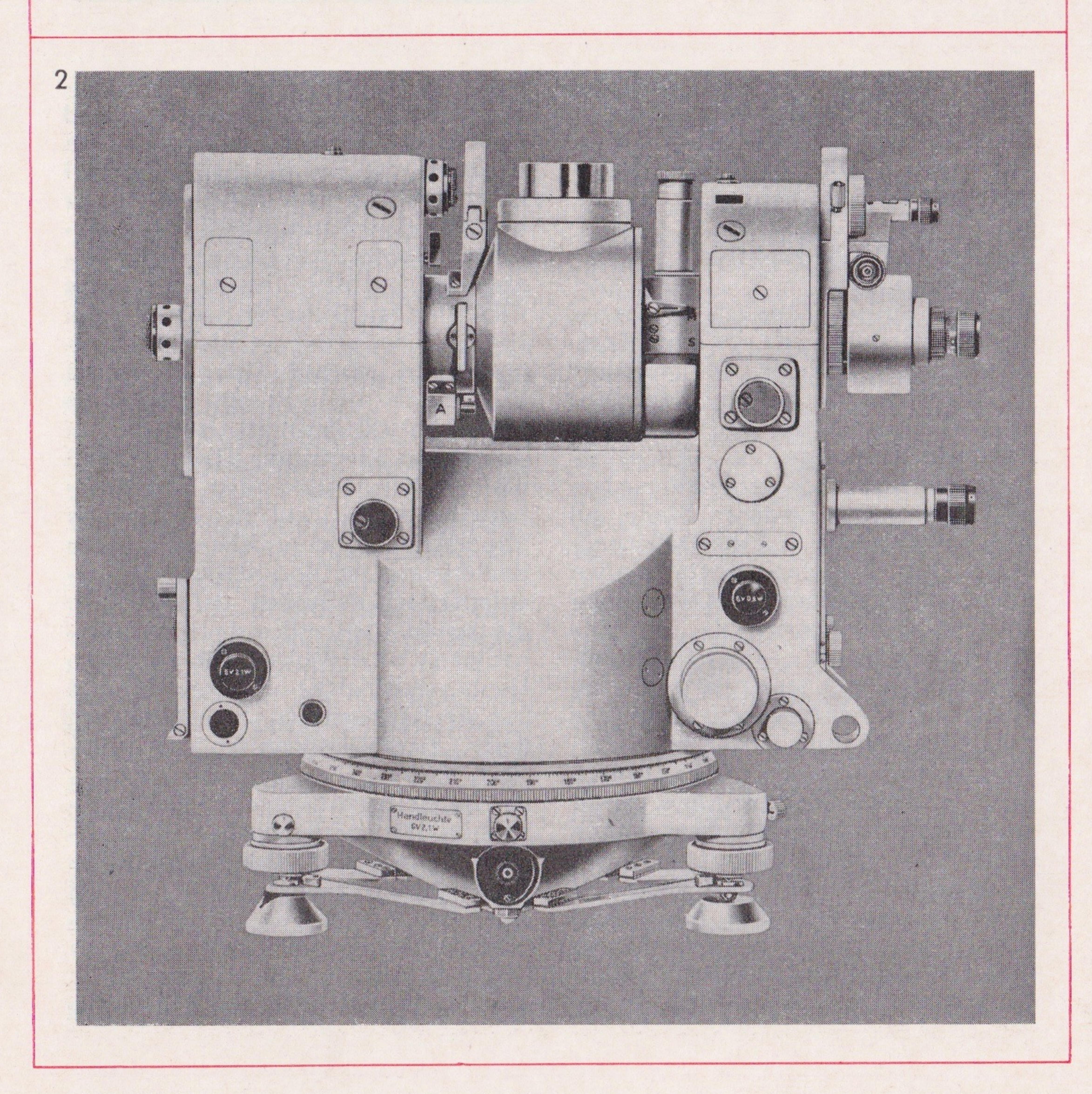
Prinzip und konstruktive Besonderheiten

Das Prinzip des Theo 002 beruht auf der Anwendung von Neigungskompensatoren in einem entsprechend konstruierten Beobachtungsfernrohr und Abbildungsstrahlengang für die Vertikalkreisanzeige zur Ausschaltung bzw. Reduktion der Einflüsse von primären und sekundären Steh- und Kippachsenfehlern auf die Meßergebnisse. Das führt zur entscheidenden Leistungssteigerung eines derartigen Universalinstruments.
Zu diesem Zweck besteht das Beobachtungsfernrohr aus zwei Fernrohrsystemen, die speziell den Aufgaben der Beobachtung von Sterndurchgängen durch eine vertikale Beobachtungsebene (Meridian) bzw. durch eine horizontale Beobachtungsebene (Parallelkreis) dienen.
Damit wird der Einfluß einer Reihe von Hauptachsenfehlern auf die Beobachtungsergebnisse eliminiert bzw. reduziert. Das Fernrohrsystem I dient der Messung von Sterndurchgängen durch eine vertikale Beobachtungsebene, wie z.B. der Azimutmessung und der Horizontalwinkelmessung. Das Grundprinzip des Fernrohrsystems I besteht in der Verwirklichung einer selbsttätig im Raum stabilisierten vertikalen Beobachtungsebene, die unabhängig von der Drehbewegung des Fernrohrs ist. Diese wird durch einen in der Theodolitstütze pendelnd aufgehängten ebenen Spiegel erzeugt und durch ein um die Kippachse des Theo 002 drehbares Fernrohr in den Raum übertragen. Dadurch, daß die Drehbewegung des Beobachtungsfernrohres von der Stelle des Pendelspiegels in der Theodolitstütze unabhängig ist und dieser Pendelspiegel sich außerdem selbsttätig in die Lotrichtung mit sehr hoher Genauigkeit einstellt, werden folgende Hauptachsenfehler in ihrem Einfluß auf die Beobachtungsergebnisse mit dem Theo 002 eliminiert bzw. reduziert.
Die horizontalen und vertikalen Lageänderungen der Kippachse (Taumelfehler oder auch sekundäre Kippachsenfehler genannt) können bei einer Beobachtung in zwei Fernrohrlagen nicht eliminiert werden, wie es für den primären Kippachsenfehler zutrifft. Es ist erwiesen, daß diese

Lageänderungen der Kippachse durch die Unrundheit der Achszapfen und die ungleichförmigen Achslager der Kippachse verursacht werden und sich nicht restlos durch die Anwendung von Reiter- oder Hängelibellen meßbar erfassen lassen. Dies trifft insbesondere für die horizontalen Lageänderungen der Kippachse zu, die auch nicht durch Anwendung derartiger Libellen mit relativ hoher Empfindlichkeit ausreichend gemessen werden können.
Diese sekundären Kippachsenfehler führen in den Beobachtungsergebnissen nicht nur zur Vergrößerung der zufälligen Beobachtungsfehler, sondern sie erzeugen systematische Fehler, die eine von der geographischen Breite und vom jeweiligen Instrument abhängende fehlerhafte Messung der geodätischen Azimute in den Triangulationsnetzen I. Ordnung bewirken. Die primären und sekundären Stehachsenfehler werden bis auf geringe Restfehler reduziert, die von der Genauigkeit der Vorhorizontierung des Universalinstruments und von der Justiergenauigkeit des Neigungskompensators abhängen. Bekanntlich fallen der Stehachsenfehler und die

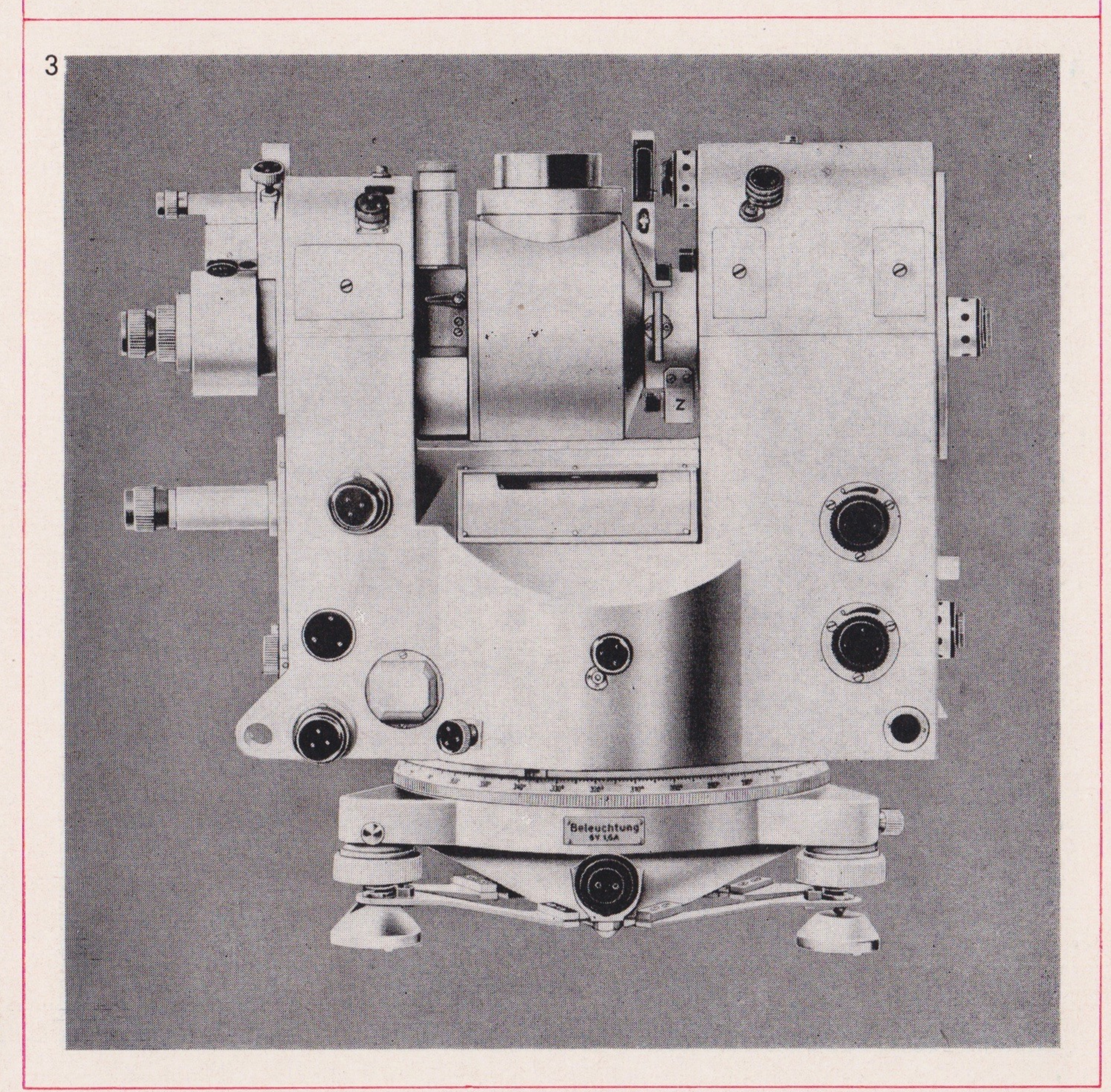
Bilder 2 und 3. Theo 002

2



Taumelfehler der Stehachse bei der Messung, z. B. eines Azimuts, in 2 Fernrohrlagen nicht heraus. Diese Fehler müssen bei den bekannten Universalinstrumenten durch sehr genaue Libellen direkt gemessen und an den Beobachtungsergebnissen rechnerisch berücksichtigt werden.
Bei dem Geodätisch-Astronomischen Universal-Theodoliten Theo 002 ist dieser Nachteil durch die Einführung der im Raum durch einen Neigungskompensator selbsttätig stabilisierten vertikalen Beobachtungsebene beseitigt. Die Justierung des Neigungskompensators im Fernrohrstrahlengang ist so abgestimmt, daß eine Vorhorizontierung mit der 10″-Alhidadenlibelle auf 1 Intervall genügt. Damit ergeben sich folgende Vorteile des Theo 002 gegenüber anderen Universalinstrumenten:
Die umständliche und unzuverlässige Messung der jeweiligen Stehachsenneigungen mittels Libelle entfällt.
Die gemessenen Azimute sind weitestgehend frei von Einflüssen der primären und sekundären Stehachsenfehler.
Diese Vorteile führen zu einer schnellen, einfachen und sicheren Beobachtung mit dem Theo 002. Die Beob-

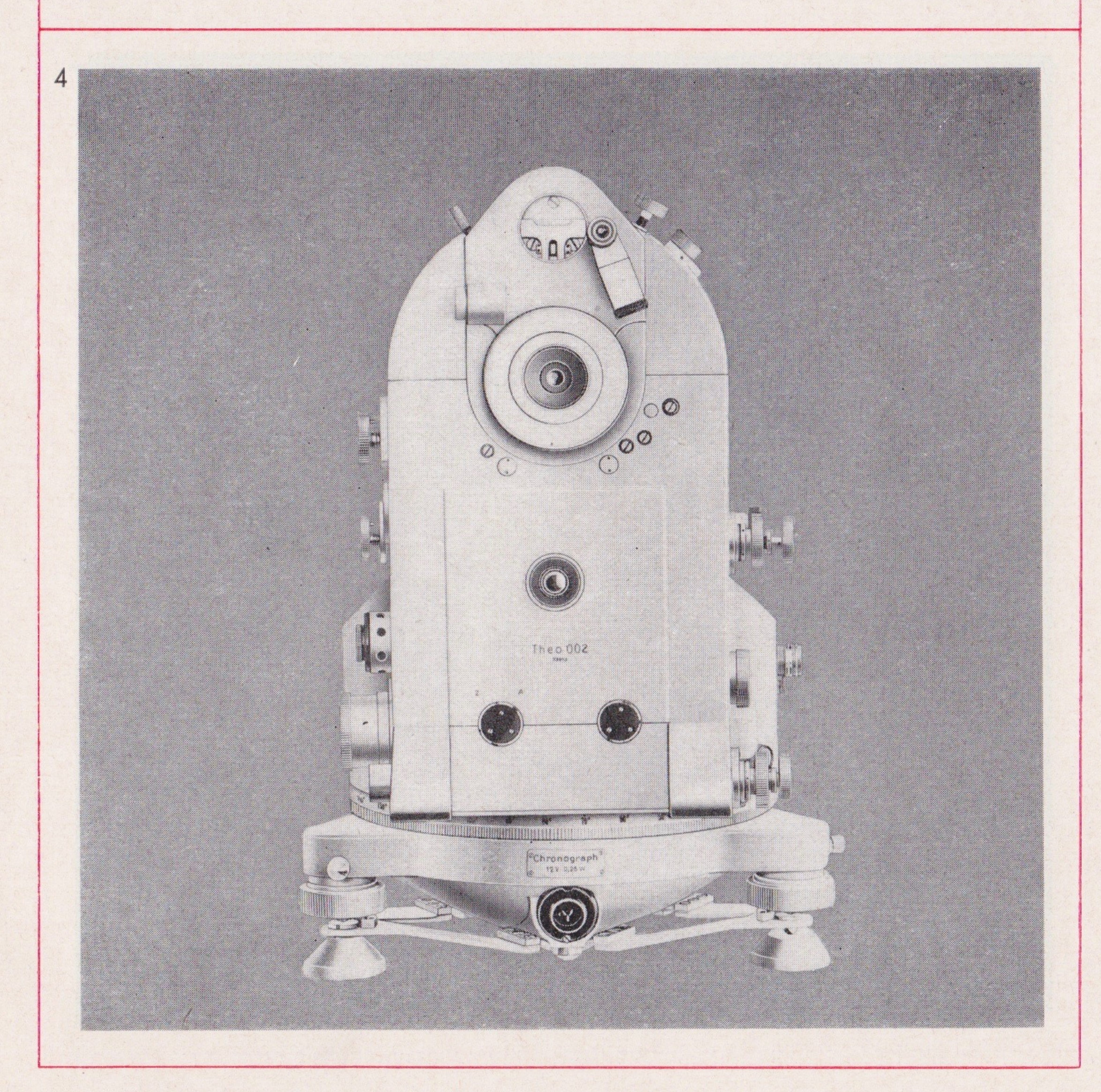
3

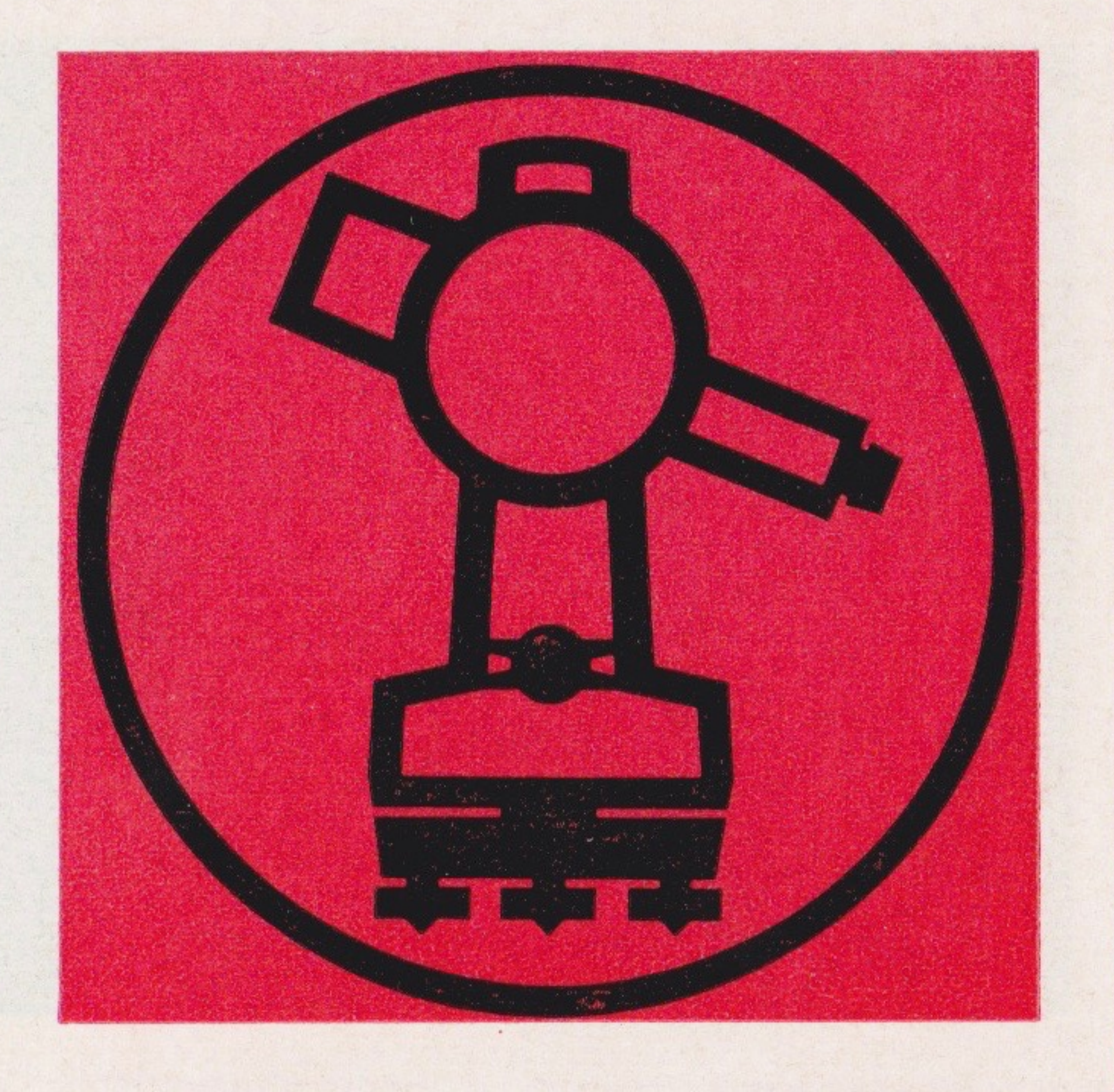


achtungsergebnisse müssen nicht mehr wegen Stehachsenfehlern korrigiert werden.
Das Fernrohrsystem II dient der Messung von Sterndurchgängen durch eine horizontale Beobachtungsebene, z. B. zur Messung von Zenitdistanzen für Breitenbestimmungen.
Das Grundprinzip des Fernrohrsystems II ist dadurch charakterisiert, daß in den Strahlengang des Fernrohrsystems I ein mit dem drehbaren Fernrohr schaltbar verbundener schwach sphärischer Spiegel an Stelle des Pendelspiegels eingeschaltet wird. Das Fernrohrsystem II bildet ein in sich geschlossenes System.
Die Anwendung dieses Fernrohrsystems II für die Zenitdistanzmessung ist möglich, weil primäre und sekundäre Kippachsenfehler nur einen Fehlereinfluß 2. Ordnung auf die Zenitdistanzmessung verursachen. Die Kompensation des Stehachsenfehlers wird durch die Stabilisierung des Indexes des Vertikalkreises des Theo 002 erreicht. Damit entfällt die für die Zenitdistanzmessung wichtige Höhenindexlibelle und die für die Messung

Bild 4. Theo 002

4





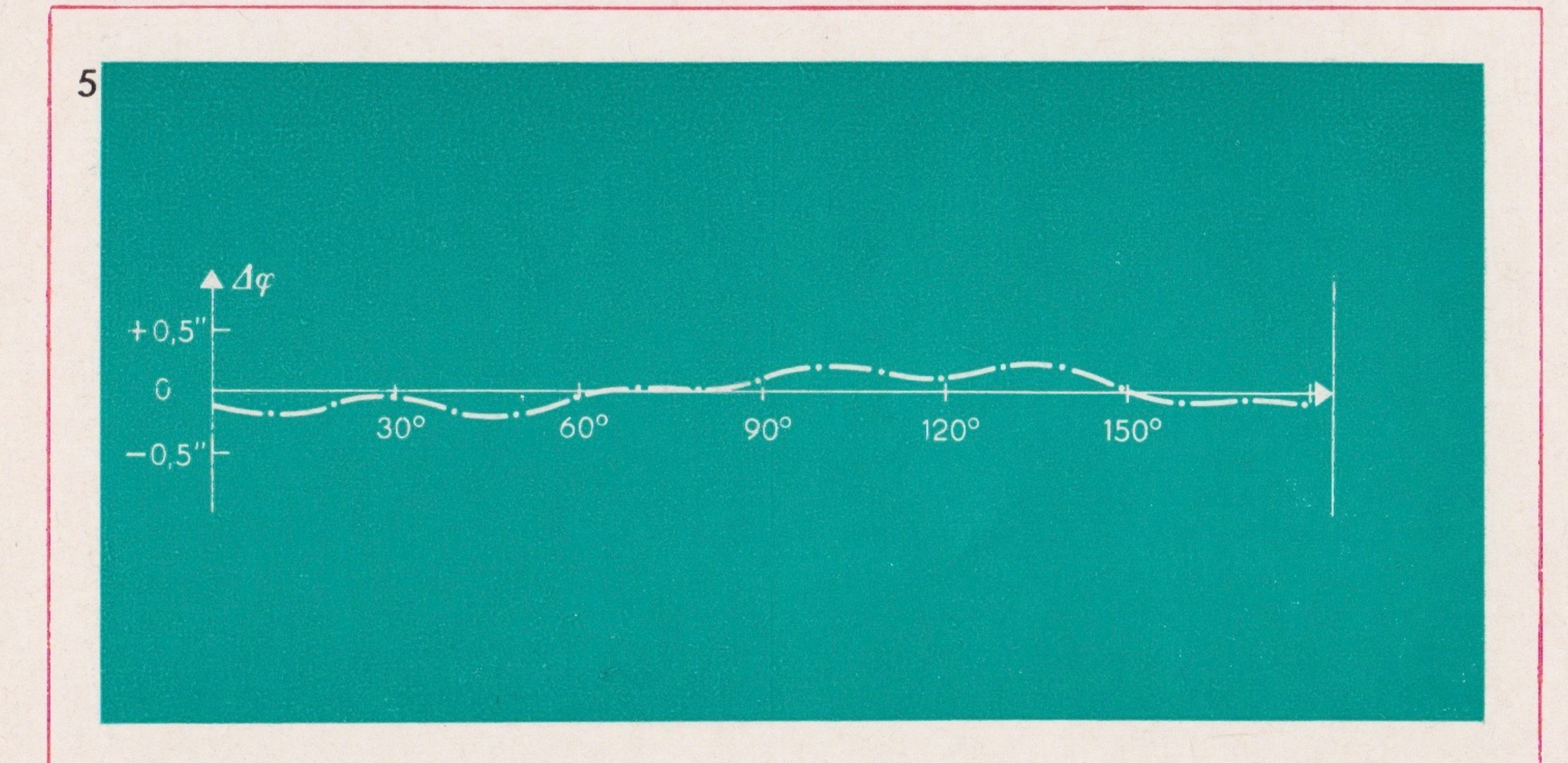
von Zenitdistanzdifferenzen wichtige Horrebow-Libelle. Die durch Libellen verursachten Meßunsicherheiten werden dadurch vermieden.
Die selbsttätige Stabilisierung der horizontalen Beobachtungsebene wird in zwei Schritten erreicht:
Stabilisierung des Höhenindexes des Vertikalkreises durch einen Neigungskompensator im Ablesestrahlengang des Vertikalkreises.
Einstellung des Beobachtungsfernrohrs auf die zur Realisierung der gesuchten horizontalen Beobachtungsebene notwendige Zenitdistanz am Vertikalkreis des Theo 002. Damit wird über den Weg des sich selbsttätig zum Lot einstellenden Höhenindexes eine selbsttätige Stabilisierung des Almukantarat mit sehr hoher Einspielgenauigkeit erreicht, den die Ziellinie des Beobachtungsfernrohrs beim Drehen des Theo 002 um seine Stehachse beschreibt.

Meßgenauigkeit

Für die einzelnen Beobachtungsverfahren, die mit dem Theo 002 ausgeführt wurden, ergaben sich folgende Meßgenauigkeiten:
1. Horizontalwinkelmessungen im Triangulationsnetz höchster Ordnung mit Zielweiten von etwa 20 bis 25 km: Mittlerer Fehler einer in 2 Fernrohrlagen gemessenen Richtung $m_o = \pm 0{,}3''$.
2. Azimutmessungen: Mittlerer Fehler eines in 2 Fernrohrlagen beobachteten Azimuts $m_A = \pm 0{,}8''$. Das ergibt für den mittleren Fehler einer Station einen mittleren Fehler m_a des Gesamtmittels (36 Sätze) von $m_a = \pm 0{,}13''$.
3. Längenbestimmungen aus Vertikaldurchgängen im Meridian: Mittlerer Fehler einer Längenbestimmung aus einem Sterndurchgang in 2 Fernrohrlagen $m_{\Delta\lambda} = \pm 0{,}03$ s.
4. Breitenbestimmungen aus Zenitdistanzmessungen im Meridian, Methode Sterneck: Mittlerer Fehler einer Breitenbestimmung aus einem Sternpaar $m_\varphi = \pm 0{,}4''$.
Methode Horrebow-Talcott: Mittlerer Fehler einer Breitenbestimmung aus einem Sternpaar $m_\varphi = \pm 0{,}3''$.
Das ergibt für den mittleren Fehler eines Programms (etwa 8 Sternpaare) 0,11″ bis 0,14″.
Diese Meßgenauigkeiten zeigen die hohe Leistungsfähigkeit des Geodätisch-Astronomischen Universal-Theodolits Theo 002.

Beschreibung

Der Geodätisch-Astronomische Uni-



Bilder 5 und 6. Kurven des langperiodischen Teilungsfehlers nach Heuvelink A-Teilkreis Nr. 105, Z-Teilkreis Nr. 505

versal-Theodolit Theo 002 ist ein in sich geschlossen gebautes Gerät. Sämtliche Bedienungs- und Beobachtungselemente sind so angeordnet, daß sie von der Okularseite des Theodolits aus bequem vom Beobachter erreicht werden können.

Dreifuß
Der Dreifuß des Theo 002 ist mit dem Gerät fest verbunden. Seine Fußschrauben liegen auf einem Kreis von 175 mm Radius. Die Zentrierung des Theo 002 über dem Beobachtungspunkt erfolgt mit Hilfe eines Zentriersterns. Die Fußschrauben können mit Klemmschrauben arretiert werden.

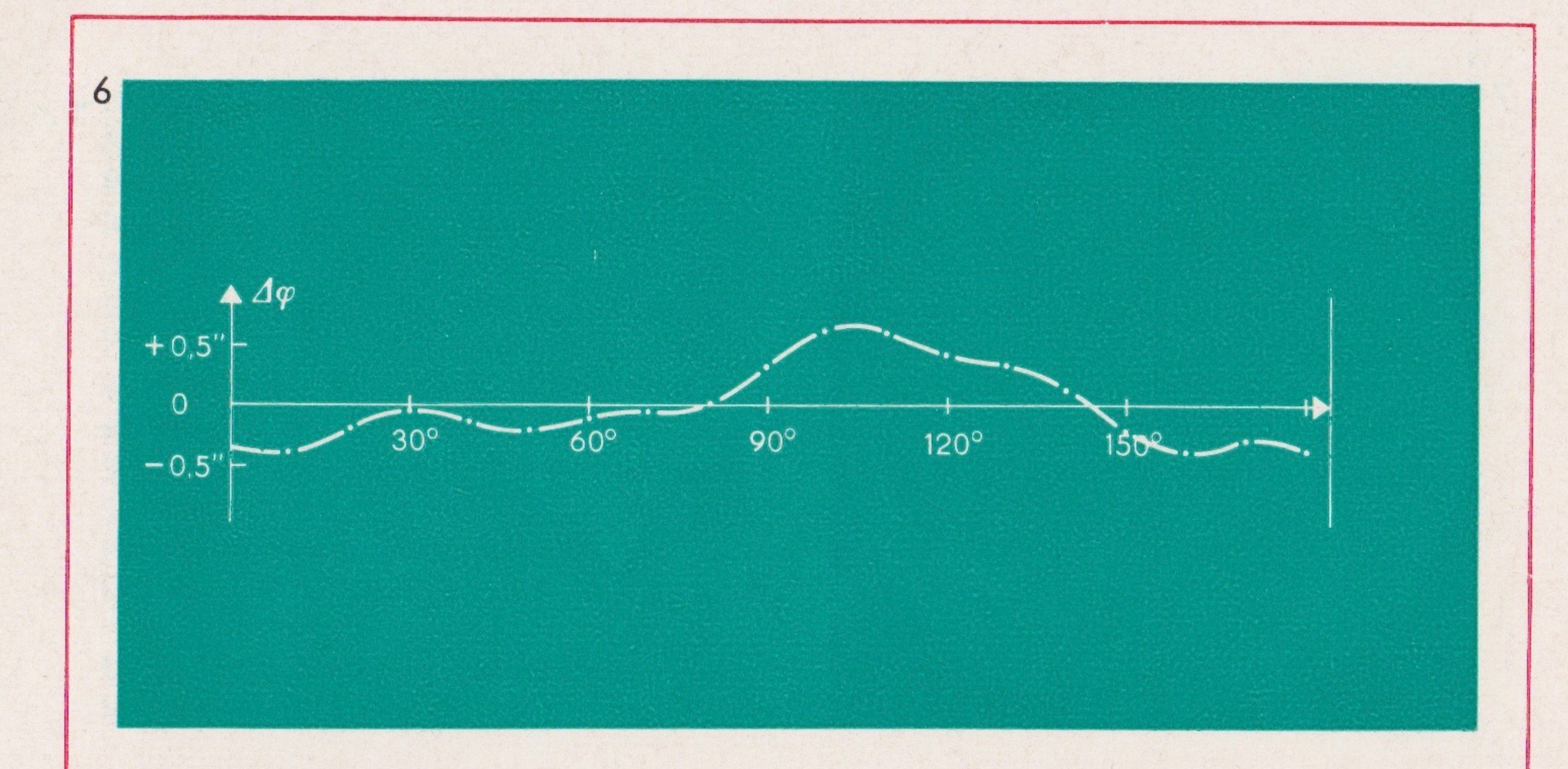
Horizontierung
Die Vorhorizontierung des Theo 002 erfolgt mit einer 10″-Libelle, die sich an der Alhidade des Gerätes befindet. Die Feinhorizontierung übernehmen die sich selbsttätig einstellenden Neigungskompensatoren.

Stehachse
Die zylindrische Stehachse mit Zentrierkugellager wird durch ein spezielles System teilweise entlastet. Für den Transport des Theo 002 erfolgt eine völlige Entlastung der Stehachse durch entsprechende Lagerung im Transportbehälter. Taumelfehler der Stehachse werden durch einen geeignet angeordneten Neigungskompensator selbsttätig kompensiert.

Kippachse
Die Kippachse des Theo 002 läuft auf Präzisionskugellagern und wird für den Transport durch ein in das Gerät eingebautes Entlastungssystem vollständig entlastet. Die horizontalen und vertikalen Taumelfehler der Kippachse werden durch eine vorteilhaft gewählte neuartige Konstruktion vollständig kompensiert.

Grob- und Feinbewegungsschrauben
Die koaxial angeordneten Grob- und Feinbewegungsschrauben für Seiten- und Höhenfeineinstellung liegen an der Okularseite des Theo 002.

Beobachtungsfernrohr
Das Objektiv des gebrochenen Linsenfernrohrs des Theo 002 ist etwa 37 mm exzentrisch zur Stehachse angelegt. Diese Anordnung ist ohne Bedeutung,



da bei allen Triangulationsarbeiten die Winkelmessung in 2 Fernrohrlagen erfolgt und bei astronomischen Beobachtungen die Zielpunkte im Unendlichen liegen. Für alle Spezialaufgaben läßt sich die Exzentrizität des Fernrohres, da sie konstant bleibt, leicht bestimmen und rechnerisch berücksichtigen. Das Fernrohr des Theo 002 weist einen gebrochenen Strahlengang auf und ist mit einem festen Okulareinblick in Richtung der Kippachse ausgeführt (Bild 10, Seite 16).
Das Fernrohrbild ist seitenrichtig und höhenverkehrt. Die Vergrößerung kann durch Okularwechsel in 3 Stufen verändert werden. Für das Fernrohrsystem I zur Ausführung von Azimut- und Horizontalwinkelbeobachtungen liegen diese Vergrößerungsstufen bei
75×, 59×, 38×,
für das Fernrohrsystem II zur Beobachtung von Zenitdistanzen und Paralleldurchgängen von Sternen liegen die Vergrößerungsstufen bei
65×, 50×, 32×,
bedingt durch die unterschiedliche Brennweite der beiden Fernrohrsysteme.
Um eine gute Konstanz der Ziellinie der Fernrohrsysteme zu gewährleisten, wurde auf eine Fokussierung verzichtet. Sie sind für die Zielweite Unendlich abgestimmt. Im Bedarfsfalle kann der Okularstutzen mit der festen Strichplatte gegen ein Registrier-Meßschraubenokular ausgetauscht werden. Der Kippbereich des Fernrohrs beträgt ±100°, bezogen auf den Zenit.

Teilkreise
Die Teilkreise des Theo 002 werden mit hoher Präzision hergestellt. Sie sind in 360° (Altgrad) geteilt. Die Teilung ist in unserer bekannten Doppelstrichteilung ausgeführt. Die direkte Anzeige des Vertikal- und des Horizontalkreises beträgt 2′.
Die Anzeige an der Skale des Schiebekeilmikrometers liegt bei 0,2″. Bequem läßt sich 0,1″ schätzen. Die Koinzidenzgenauigkeit des Mikrometers am Horizontalkreis (A) und am Vertikalkreis (Z) beträgt für das Mittel aus zwei Koinzidenzen $\leqq \pm 0{,}1''$. Beide Teilkreise können nacheinander nach Betätigung eines Umschaltknopfes mit dem gleichen optischen Mikrometer abgelesen werden.
Einen Überblick über die Genauigkeit der in den Theo 002 eingebauten Horizontal- und Vertikalkreise geben die in den nachstehenden Fehlerkriterien nach Heuvelink erreichten Werte.

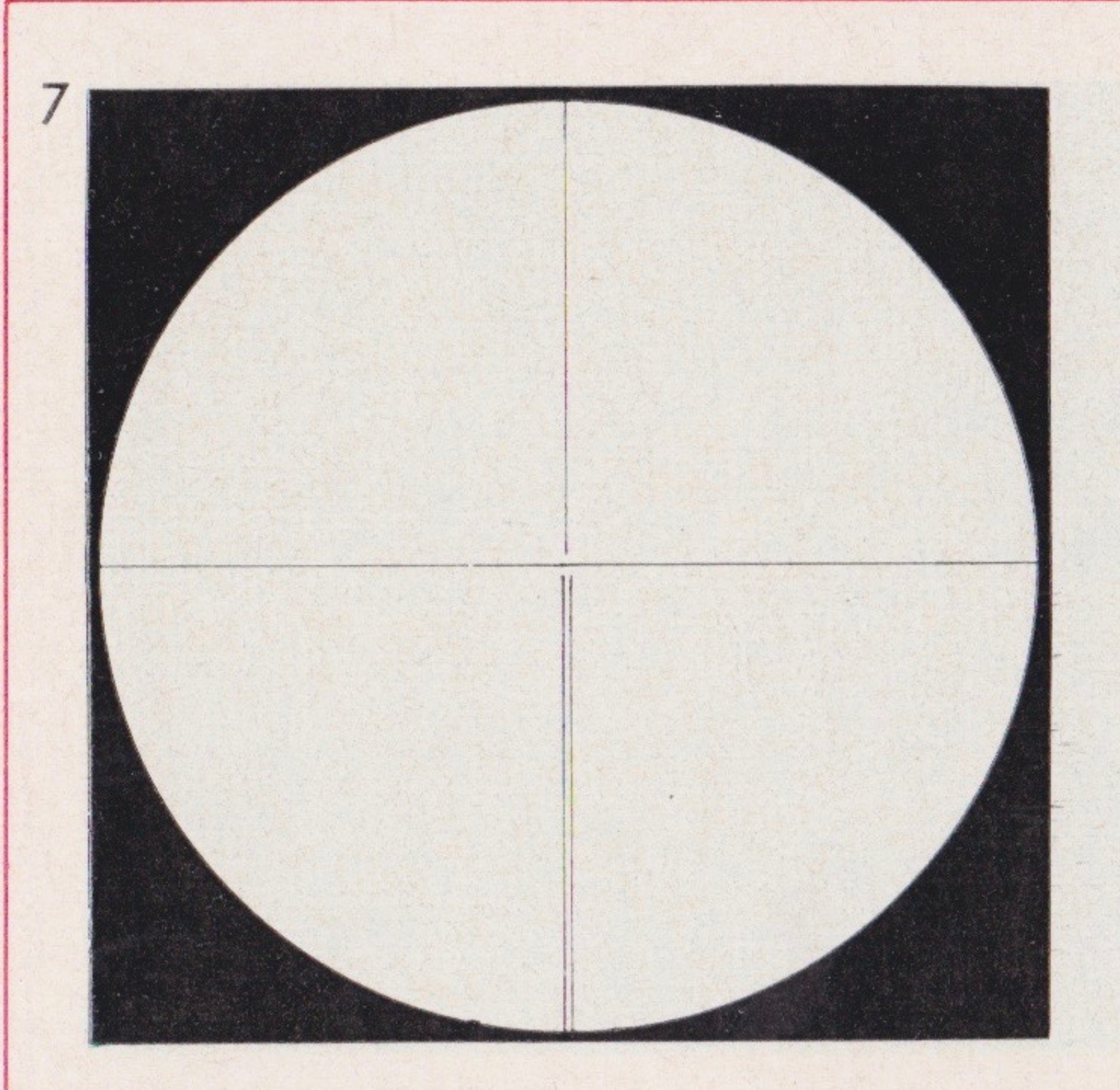


Bild 7. Strichplatte des Okularstutzens

Sie betragen für den langperiodischen Fehler:
$\Delta_{\varphi} = a_2 \sin (2\varphi + A_2) + a_4 \sin (4\varphi + A_4)$ mit dem Koeffizienten
$a_2 \leqq 0{,}5''$ $a_4 \leqq 0{,}2''$
Die unregelmäßigen Teilungsfehler liegen bei $\tau' \approx \tau'' \approx \tau''' \approx \pm 0{,}05''$ bis $0{,}1''$. Die kurzperiodischen Teilungsfehler betragen maximal $\pm 0{,}15''$.

Fotografische Registrierung
Es besteht die Möglichkeit, wahlweise die Anzeigen des Horizontal- oder des Vertikalkreises fotografisch zu registrieren. Dazu kann z. B. die bekannte Registrierkamera Robot-Recorder an den Theo 002 angesetzt werden. Neben der Registrierung der 7fach vergrößerten Teilkreisanzeigen werden gleichzeitig das Zifferblatt einer Uhr und eine Schreibtafel fotografiert (Bild 14, Seite 22). Auf diese kann der Beobachter notwendige Zusatzinformationen der Messung notieren. Die registrierten Uhrzeiten geben einen Überblick über den zeitlichen Ablauf der Beobachtungen. Die Auswertung der fotografisch registrierten Teilkreisanzeigen erfolgt mit einem speziellen Filmauswertegerät (Bild 13, Seite 21).

Reiterationseinrichtungen
Durch Reiterationseinrichtungen können sowohl der Horizontal- als auch der Vertikalkreis des Theo 002 auf beliebige Anzeigen eingestellt werden.

Orientierungslibelle
Zur Orientierung des Vertikalkreises zum Zenit dient eine 30″-Libelle mit Beobachtungsspiegel, die fest auf dem Fernrohrkörper des Theo 002 angebracht ist.

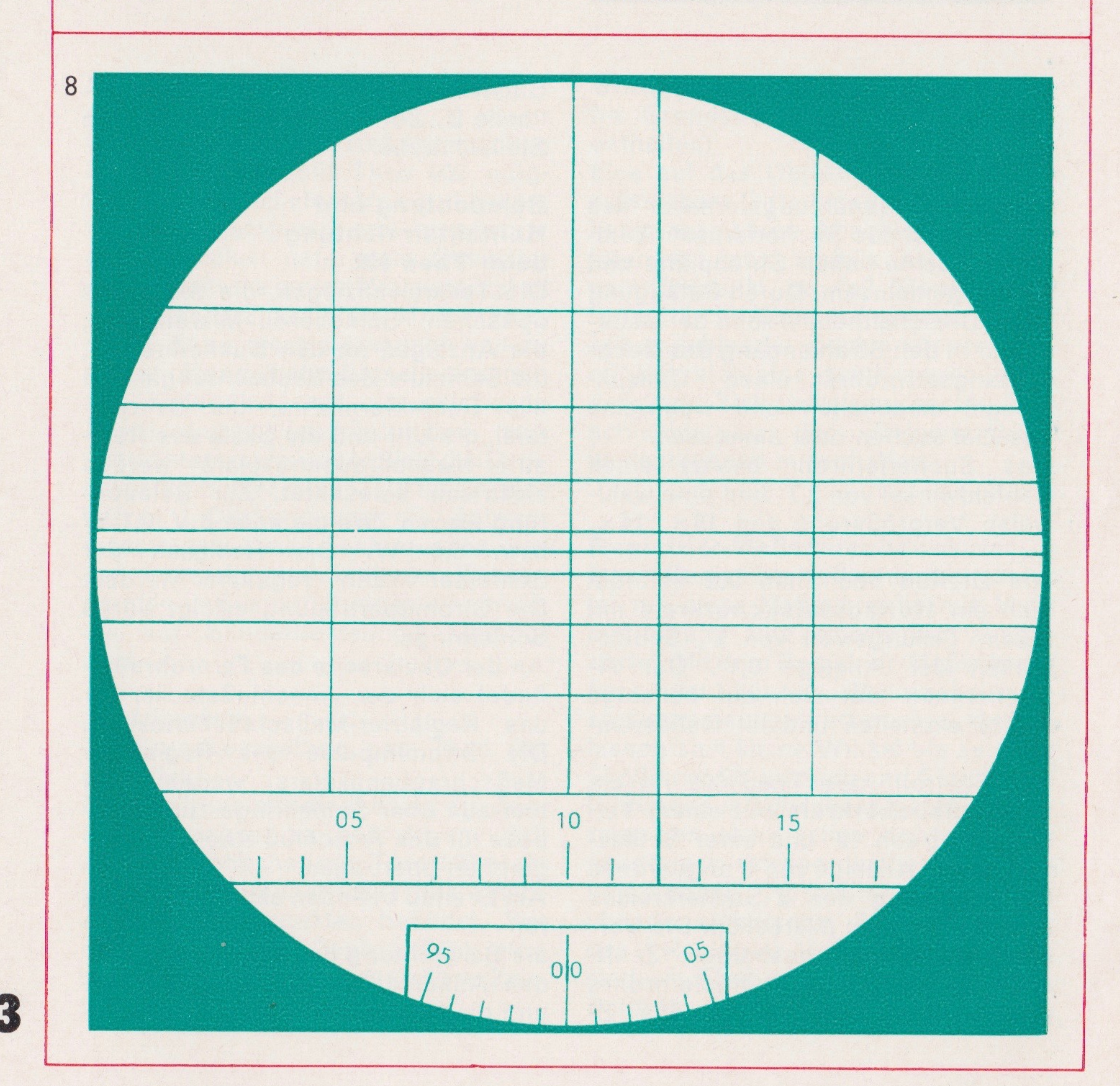
Neigungskompensator für Höhenindexstabilisierung
Die Anzeigen am Vertikalkreis werden durch einen in den Ablesestrahlengang eingeschalteten Neigungskompensator für den Höhenindex selbsttätig stabilisiert. Der mittlere Einspielfehler beträgt $\pm 0{,}1''$. Funktionsbereich $\pm 3'$.

Ziellinienstabilisierung für Horizontalwinkelmessung
Der Strahlengang des Fernrohrsystems I läuft über einen Neigungskompensator zur Ziellinienstabilisierung, dessen Funktion zur Kompensation bereits beschrieben wurde. Der

Neigungskompensator besitzt einen mittleren Einspielfehler von $\pm 0{,}05''$ und einen Funktionsbereich von $\pm 3'$. Mit einem am Fernrohrkörper angeordneten Umschalthebel läßt sich durch Einschalten eines mit dem Fernrohr fest verbundenen schwach sphärischen Spiegels das Fernrohrsystem I für die Beobachtung von Vertikaldurchgängen in das Fernrohrsystem II für die Beobachtung von Paralleldurchgängen umschalten. Dieser Umschalthebel ist vom Beobachter leicht von der Okularseite des Theodolits aus zu erreichen.
Die Stellungen des Umschalthebels für beide Fernrohrsysteme sind durch die beiden Buchstaben A und Z gekennzeichnet. Stellung „A" bedeutet Spiegelstellung für Fernrohrsystem I, Horizontalwinkel- bzw. Azimutmessung. Stellung „Z" bedeutet Spiegelstellung für Fernrohrsystem II, Zenitdistanzmessung.

Sucheinrichtungen
Zwei am Fernrohrkörper angebrachte optische Visiere dienen der Grobanzielung.

Bild 8. Strichplatte für Registrier-Meßschraubenokular



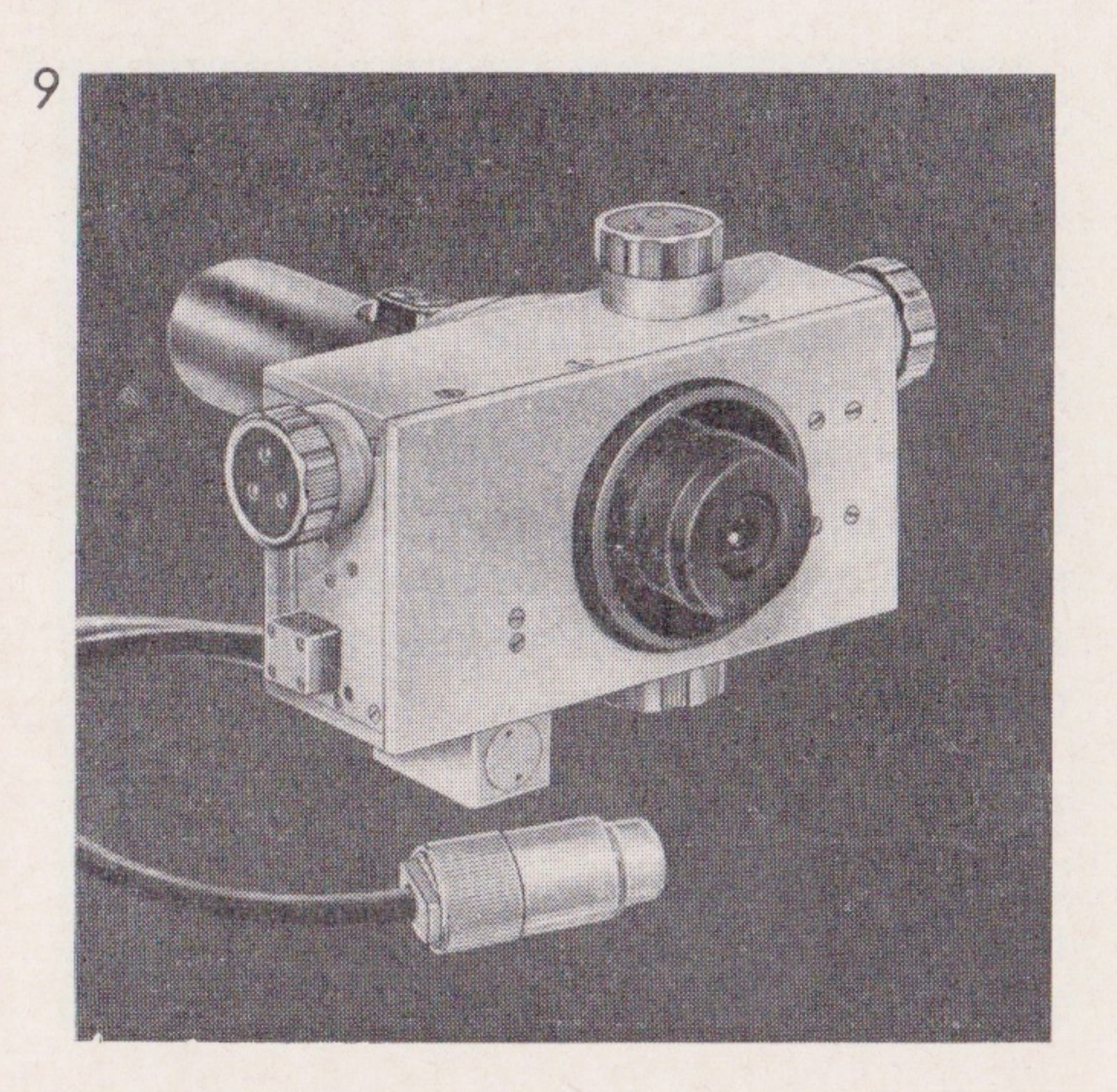


Bild 9. Registrier-Meßschrauben-okular

Mit dem Beobachtungsfernrohr des Theo 002 ist das Sucherfernrohr kombiniert. Beide haben Strichplatte und Okular gemeinsam. Durch Betätigung eines Umschalthebels kann der Beobachter in den Strahlengang des Beobachtungsfernrohrs einen Umlenkspiegel einschalten und wahlweise das Ziel suchen oder anmessen.
Das Sucherfernrohr besitzt einen Sehfeldwinkel von 2,7° und eine wahlweise Vergrößerung von 18×, 14×, 9×.
Am Dreifuß des Theo 002 befindet sich ein **Horizontalsucherkreis** mit einem Teilungswert von 1°, Schätzbarkeit der Anzeige 0,1°. Der A-Sucherkreis läßt sich auf beliebige Werte einstellen und ist festklemmbar.
Am Fernrohr des Theo 002 ist ein **Vertikalsucherkreis** mit einem Teilungswert von 10′ und einer Schätzbarkeit der Anzeige von 1′ angeordnet. Die Ablesung des Z-Sucherkreises erfolgt mit einem Mikroskop. Die Vororientierung der gesuchten Zenitstellung des Beobachtungsfernrohrs erfolgt durch Verstellung des Z-Sucherkreises nach einer Sucherlibelle 2′. Zur Feinstellung dient eine Stellschraube.

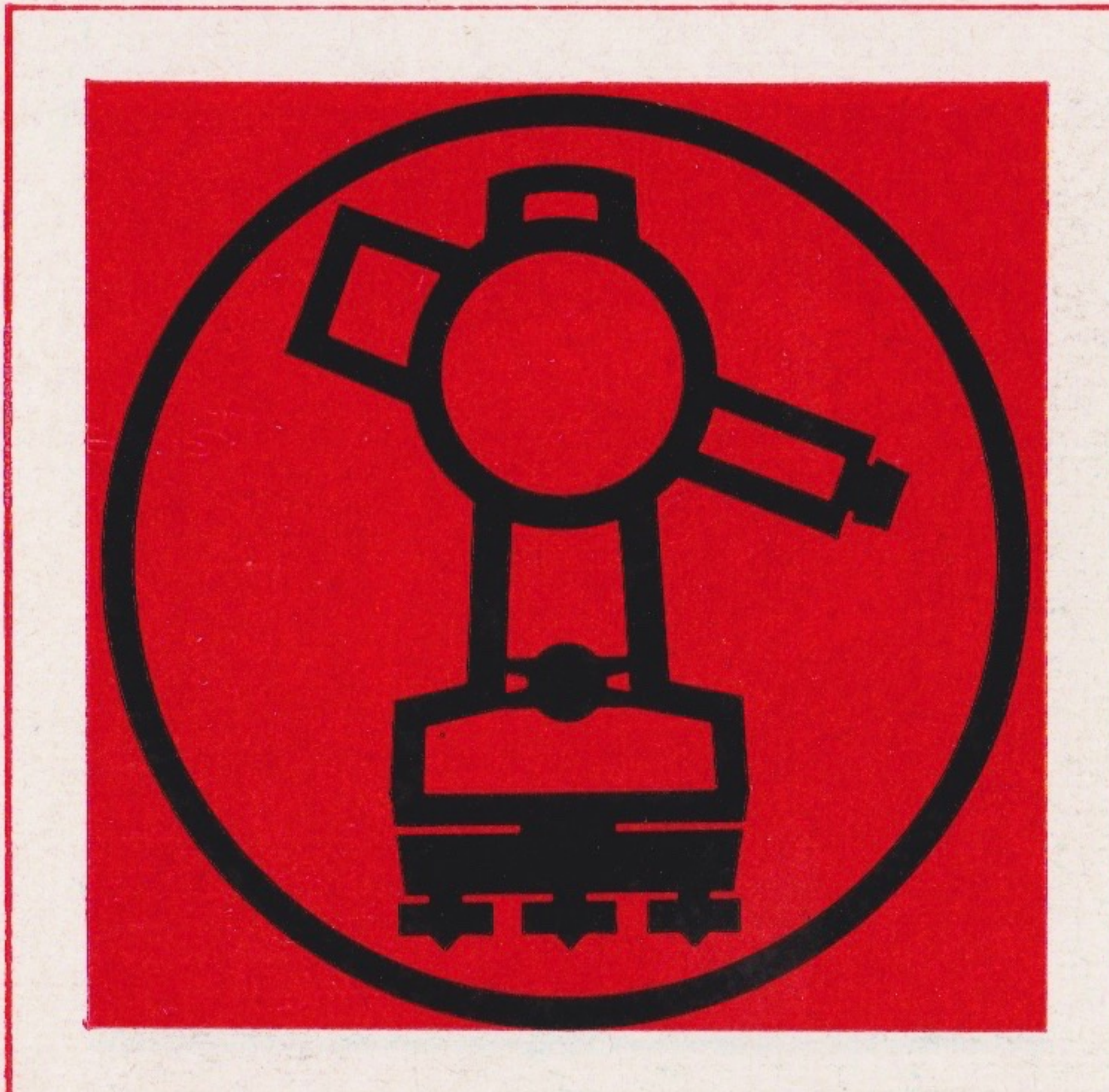
Beleuchtung und Kontakteinrichtung beim Theo 002
Die Teilkreisanzeigen, die Skale des optischen Schiebekeil-Mikrometers, die Anzeigen an den Sucherkreisen, die Sehfelder des Beobachtungs- und des Sucherfernrohrs, die Schreibtafel, die Uhr und die Skale des Registrier-Meßschraubenokulars werden elektrisch beleuchtet. Zur Beleuchtung dienen Zwerglampen 6 V, 2,1 W bzw. 0,6 W. Die Helligkeit der Sehfelder kann reguliert werden. Die Stromübertragung erfolgt durch Schleifringe.
An der Okularseite des Fernrohrs befindet sich der Anschlußstecker für das Registrier-Meßschraubenokular. Die Stromimpulse des Registrier-Meßschraubenokulars werden von hier aus über Schleifringe zur Steckdose für den Anschluß eines Chronographen übertragen.
Am Dreifuß befinden sich Steckdosen für
die Beleuchtung des Theo 002,
den Anschluß eines Chronographen und die Handleuchte.

Beschreibung der Zusatzgeräte und -ausrüstungen
Um den Geodätisch-Astronomischen Universal-Theodolit Theo 002 möglichst universell einsetzen zu können, wurden Zusatzgeräte und -ausrüstungen entwickelt unter dem Gesichtspunkt, die hohe innere Meßgenauigkeit des Theo 002 durch die Anwendung dieser Zusatzgeräte praktisch voll zu nutzen. Mangelhafte Signalisierungen der Zielpunkte und unzureichende Zentrierungsmeßausrüstungen verschlechtern sehr wesentlich die Dreieckschlußfehler in den Triangulationsnetzen I. Ordnung und die Azimutmessungen. Diese Fehlerquellen werden weitgehend mit diesen Zusatzgeräten und -ausrüstungen eliminiert, die auf Sonderbestellung lieferbar sind.

Zentrierstern
(in Grundausrüstung des Theo 002 enthalten)
Der Zentrierstern dient dazu, die Zentrierunterlagen so aufzulegen, daß sich die Stehachse des Theo 002 exakt über der Festpunktmarke des Beobachtungsstandpunktes befindet. Somit erlaubt der Zentrierstern eine schnelle, bequeme und sichere Zentrierung des Theo 002.

Gitterblende
(in Grundausrüstung des Theo 002 enthalten)
Eine auf das Objektiv des Fernrohrs aufsetzbare Gitterblende dient der beliebig regelbaren Abschwächung der Intensität des einfallenden Lichtes vom Zielpunkt, so daß Sterne sowie terrestrische Ziele auf gleiche Helligkeit abgeblendet werden können. Damit läßt sich eine durch ungenügend definierte Ziellichter verursachte Verschlechterung der Zielgenauigkeit weitestgehend ausschalten.

Registrier-Meßschraubenokular
Das Registrier-Meßschraubenokular ist mit einer Meßschraube mit Meßeinrichtung und Kontaktrad ausgerüstet. Mit dem Registrier-Meßschraubenokular können Mehrfachzieleinstellungen ausgeführt werden, ebenso lassen sich kleine Winkel bis zu einer Größe von 20′ messen und Sternnachführungen mit gleichzeitiger Registrierung von elektrischen Kontakten für geodätisch-astronomische Zeitbestimmungen vornehmen. Entsprechende elektrische Anschlüsse für das Registrier-Meßschraubenokular sind am Theo 002 vorhanden (Bild 2, Seite 6).

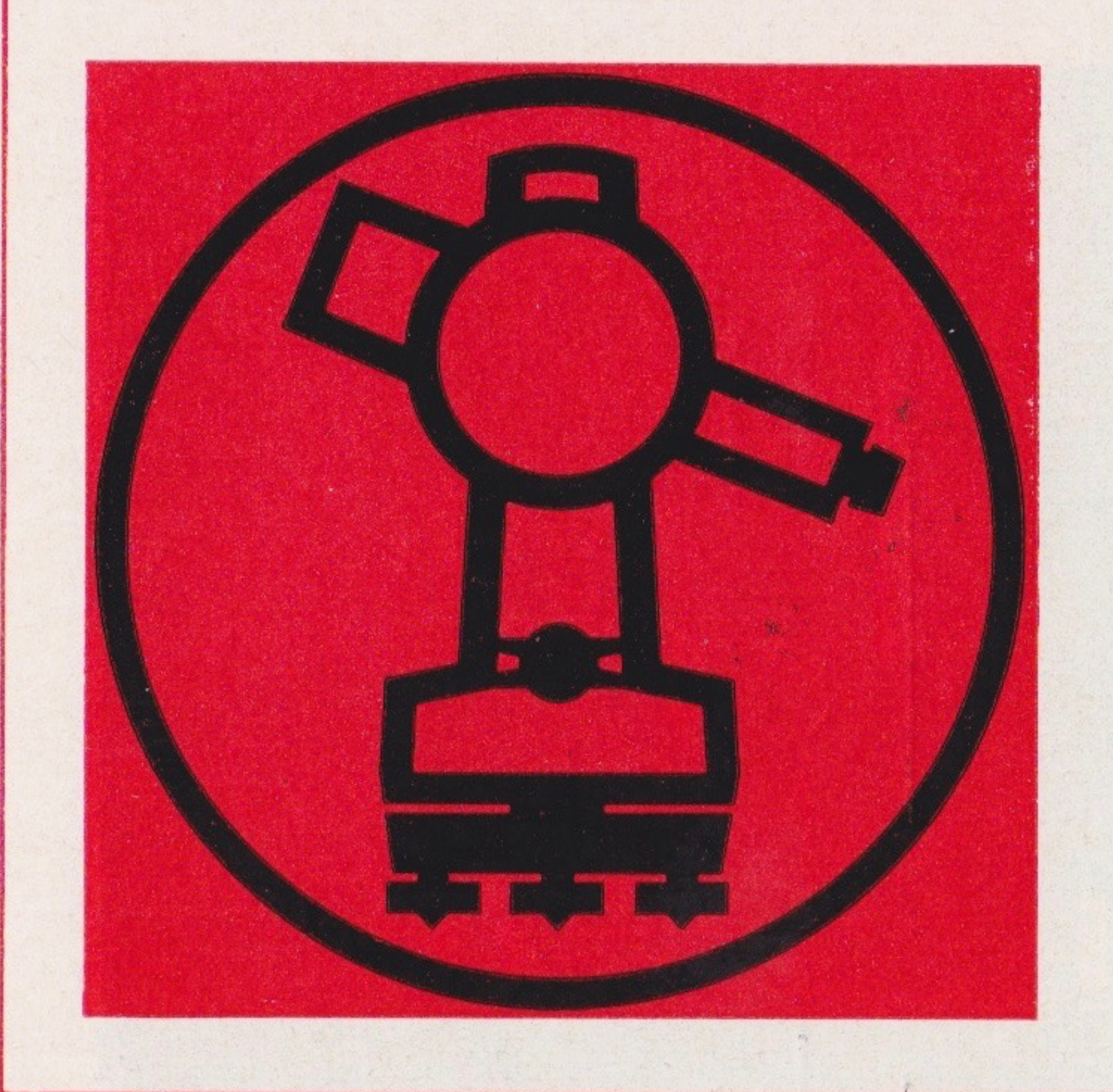


10

Bild 10. Theo 002. Optisches Schema mit Strahlengängen

Ausrüstung für Exzentrizitätsbestimmungen
Zur Bestimmung der Exzentrizitäten des Theo 002 bzw. des Geodätischen Signalscheinwerfers TSG 200 auf dem Beobachtungspunkt bzw. Zielpunkt, Signal oder Pfeiler zum Festpunkt (Bodenpunkt) dient die Ausrüstung fürExzentrizitätsbestimmungen.Diese Ausrüstung besteht aus einem Dreifuß 175, der auf die vorbereiteten Zentrierunterlagen des Theo 002 oder des TSG 200 aufgesetzt werden kann, einer Dezimeterbasis,anklemmbarem Richtglas, verschiedenen kombinierbaren Standrohren unterschiedlicher Länge, einer Zielspitze und einer Brücke für den Theo 002. Damit ist eine Kombination und ein universeller Einsatz der Ausrüstung für Exzentrizitätsbestimmungen für die Triangulationsarbeiten möglich. Als Steckzapfenverbindung dient der 34er Steckzapfen (Bild 11, Seite 18).

Gerät zur Kontrolle von Pfeilerdrehungen
Es dient zur Erfassung der durch Sonneneinstrahlung und Witterungseinflüsse verursachten Verdrehungen



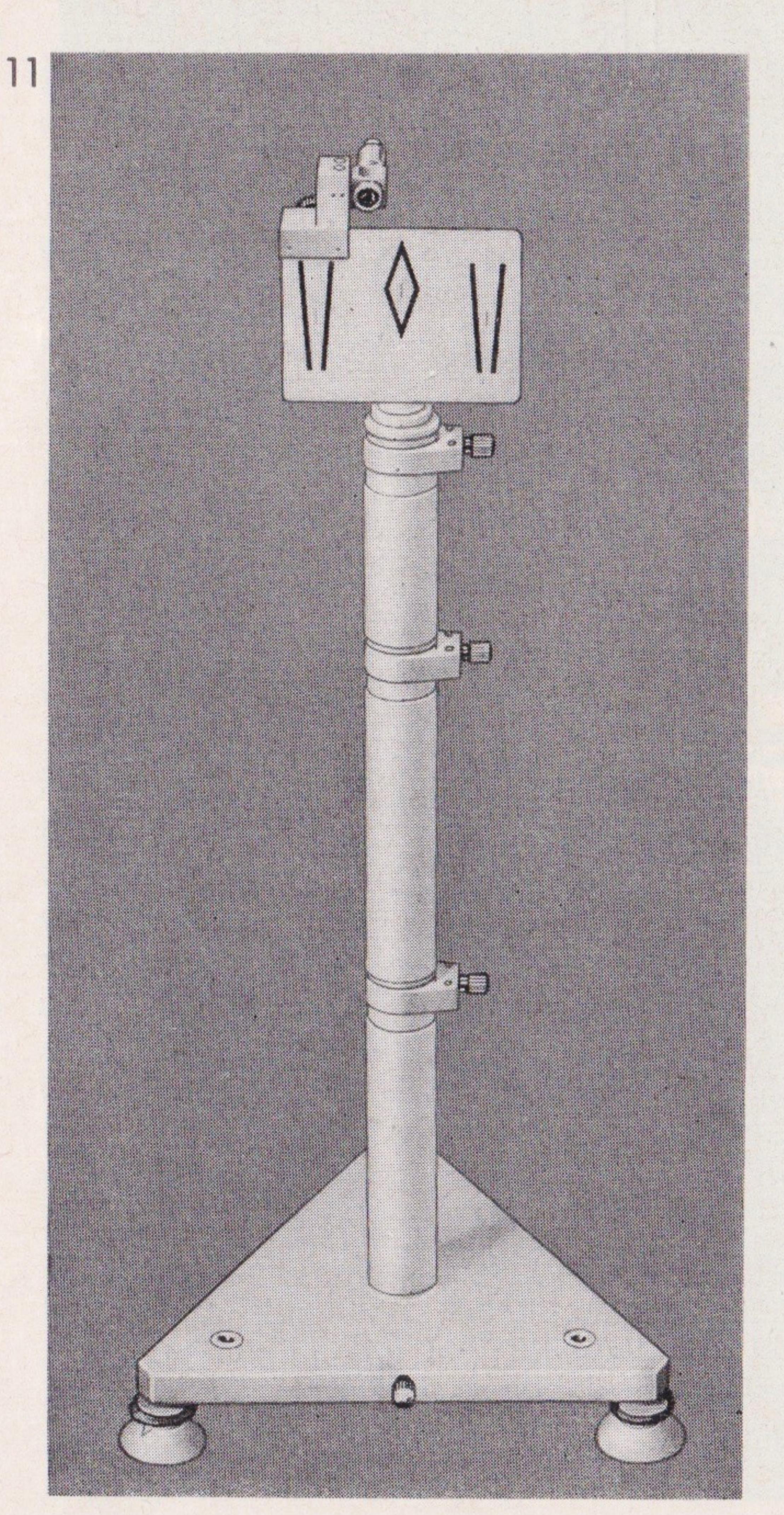


Bild 11. Ausrüstung für Exzentrizitätsbestimmung

der Beobachtungspfeiler der trigonometrischen Signale während der Messung. Es ist stabil gebaut und als Untersatz für den Theo 002 ausgebildet. Sein 42faches Fernrohr besitzt zur Messung der Pfeilerdrehungen ein Meßschraubenokular mit einem Teilungswert von 0,5″, Meßbereich ±2,5′. Die gemessenen Verdrehungen können mit gleicher Genauigkeit für die mit dem Theo 002 gemessenen Horizontalwinkel als Korrekturen verwendet werden (Bild 12, Seite 20).

Auswertegerät für fotografische Registrierung

Die Auswertung der auf Film in 7facher Vergrößerung registrierten Teilkreisanzeigen kann mit diesem Auswertegerät vorgenommen werden. Dem Auswertegerät liegt ein exaktes Meßverfahren für die Teilkreisbilder zugrunde. Das fotografische Teilkreisbild wird auf eine Mattscheibe mit 10facher Vergrößerung projiziert. Die Gesamtvergrößerung der projizierten Teilkreisanzeige ist somit 70fach. Auf der Mattscheibe befinden sich 2 Meßstriche, deren Abstand etwa einem Teilkreisintervall entspricht. Mit einer

Meßschraube kann die Mattscheibe mit den Meßstrichen gegen das projizierte Bild verschoben werden. Mit den Meßstrichen werden nach einem bestimmten Verfahren die Teilkreisdoppelstriche in Symmetrieeinstellung eingefangen. Die Ausmessung und Auswertung der Meßwerte zur Ermittlung der Teilkreisablesung erfolgt nach allgemein bekannten Verfahren. Die Ablesung der Meßwerte erfolgt an einer Grob- und an einer Feinskale. Daraus wird die exakte Teilkreisanzeige errechnet.
Gegenüber bekannten Auswertegeräten für fotografisch registrierte Teilkreisbilder besitzt dieses Gerät den Vorteil, daß der Beobachter die projizierten Bilder bequem beobachten und die Messungen zur Bestimmung der Teilkreisanzeige mit der gleichen Genauigkeit ohne systematischen Fehler ausführen kann, mit der er sie am Theodolit visuell abliest.

Geodätischer Signalscheinwerfer TSG 200

Zur Signalisierung der Zielpunkte in den Triangulationsnetzen höchster Ordnung und bei Azimutmessungen ist der Geodätische Signalscheinwerfer TSG 200 vorgesehen. Eine eindeutige Zieldefinition und sichere Zentrierung des Scheinwerfers zum Festpunkt bilden eine Voraussetzung zur Vermeidung systematischer und unkontrollierbarer Fehler in der Beobachtung der Dreieckswinkel in den Triangulationsnetzen und bei Azimutmessungen.
Der geodätische Signalscheinwerfer TSG 200 kann entsprechend der meteorologischen Sichtweite und der Umfeldhelligkeit zur Markierung von Zielpunkten eingesetzt werden, die bis zu 100 km und mehr vom Standpunkt des Beobachters entfernt sind. Die außerordentlich große Reichweite des TSG 200 (sie beträgt etwa das Zwei- bis Dreifache der meteorologischen Sichtweite) wird durch einen mit höchster Präzision hergestellten Parabolspiegel von 200 mm Durchmesser erreicht, der in Verbindung mit einer Lichtwurflampe 6 V 5 W eine starke Bündelung des ausgestrahlten Lichtes mit hoher Lichtstärke bewirkt. Die richtige Lage der Lampenwendel zum Parabolspiegel wird auch beim Auswechseln der Lichtwurflampe durch einen Zentriersockel gewährleistet und damit die einwandfreie Zentrierung und Ausrichtung des Lichtbündels zur Stehachse erreicht. Trotz der großen Reichweite des TSG 200 ist der Energieverbrauch

sehr gering. Der Anschluß kann an eine 6-V-Batterie oder an einen entsprechenden Kleinspannungs-Transformator erfolgen.
(Ausführliche Druckschrift 10-191-1)

Bild 12. Gerät zur Kontrolle von Pfeilerdrehungen

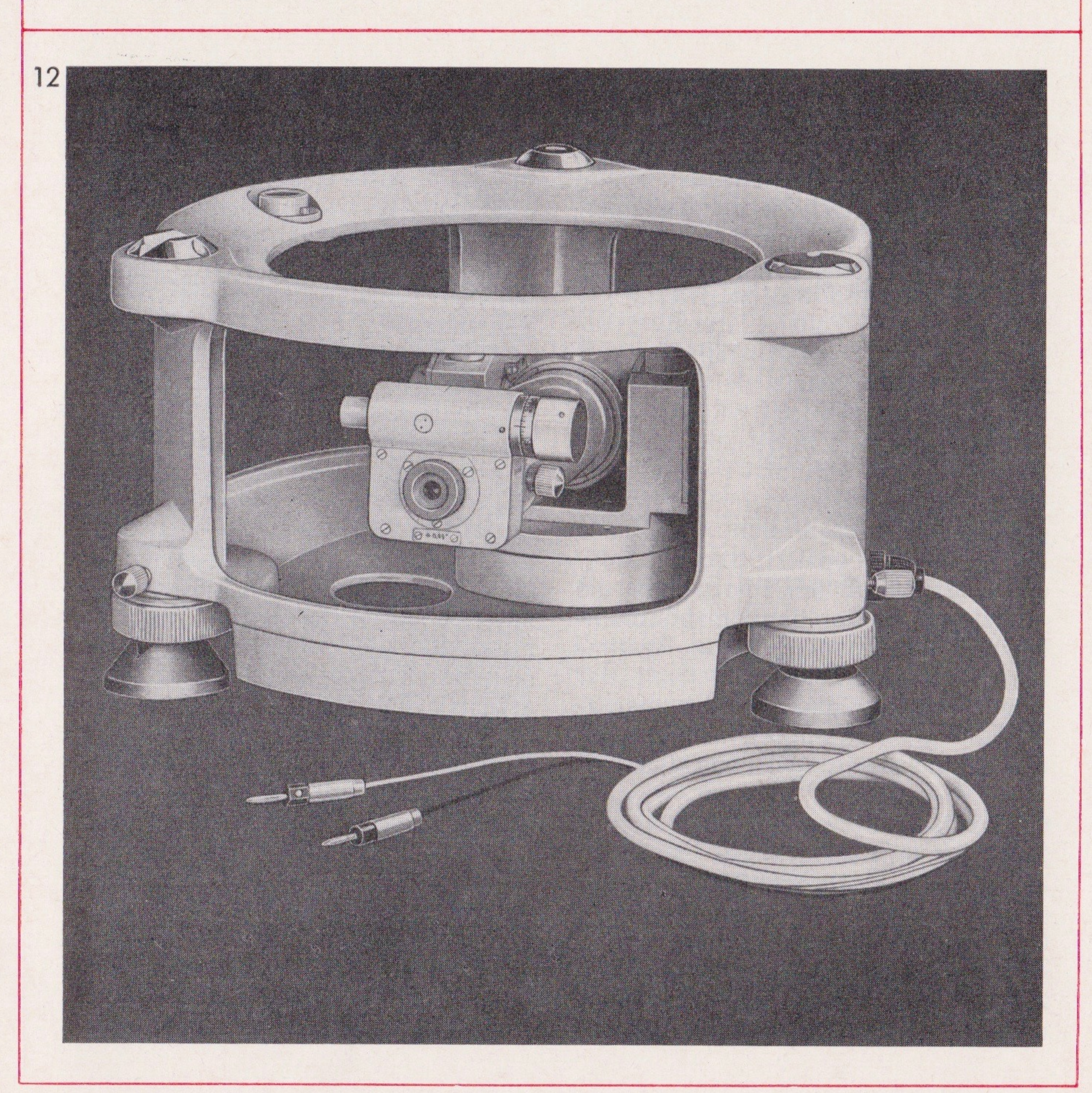
Daten

Mittlerer Fehler einer in 2 Fernrohrlagen gemessenen Richtung ±0,3″
Mittlerer Fehler eines in 2 Fernrohrlagen beobachteten Azimuts ±0,8″
Mittlerer Fehler einer Längenbestimmung aus einem Sterndurchgang in 2 Fernrohrlagen ±0,03 s
Methode Sterneck:
Mittlerer Fehler einer Breitenbestimmung aus einem Sternpaar ±0,4″
Methode Horrebow-Talcott:
Mittlerer Fehler einer Breitenbestimmung aus einem Sternpaar ±0,3″

Beobachtungsfernrohr

Freier Objektivdurchmesser 65 mm

12



Vergrößerung (wahlweise) für Horizontalwinkelmessung 75×, 59×, 38×
für Vertikalwinkelmessung 65×, 50×, 32×
Sehfeldwinkel für Horizontalwinkelmessung 40′
für Vertikalwinkelmessung 47′
Kürzeste Zielweite 4 km
Neigungsbereich (bezogen auf den Zenit) ±100°

Teilkreise

Horizontalkreis
Teilungsart 360°
Durchmesser 250 mm

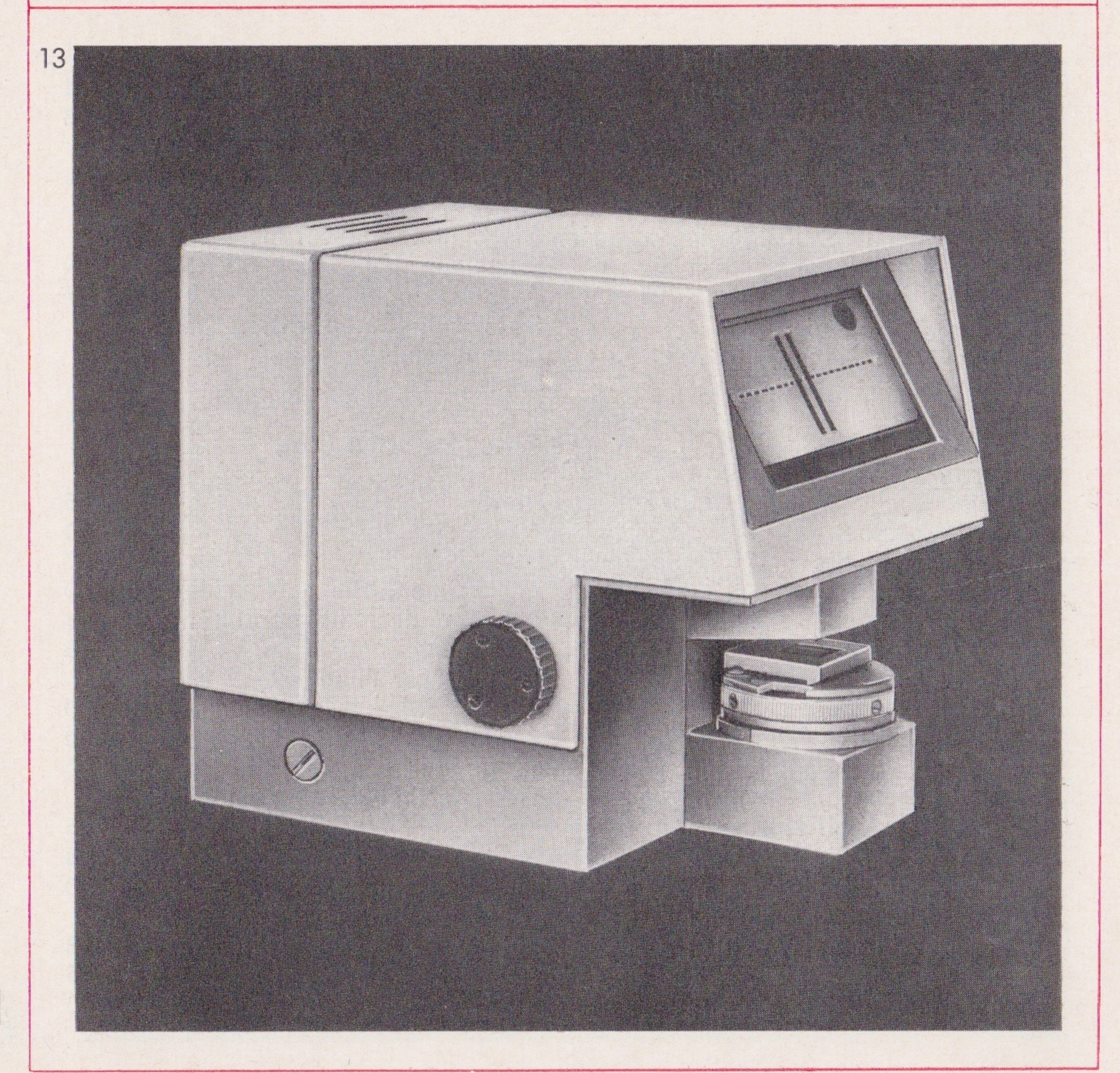
Bild 13. Film-Auswertegerät

Teilungswert 4′
Vertikalkreis
Teilungsart 360°
Durchmesser 200 mm
Teilungswert 4′
Bereich des Mikrometers 2′
Teilungswert des Mikrometers 0,2″
Schätzbarkeit der Mikrometeranzeige 0,1″
Vergrößerung des Ablesemikroskops für
Horizontalkreisablesung 50×
Vertikalkreisablesung 62,5×

Sucherkreise

A-Sucherkreis am Dreifuß
Teilungswert 1°

13



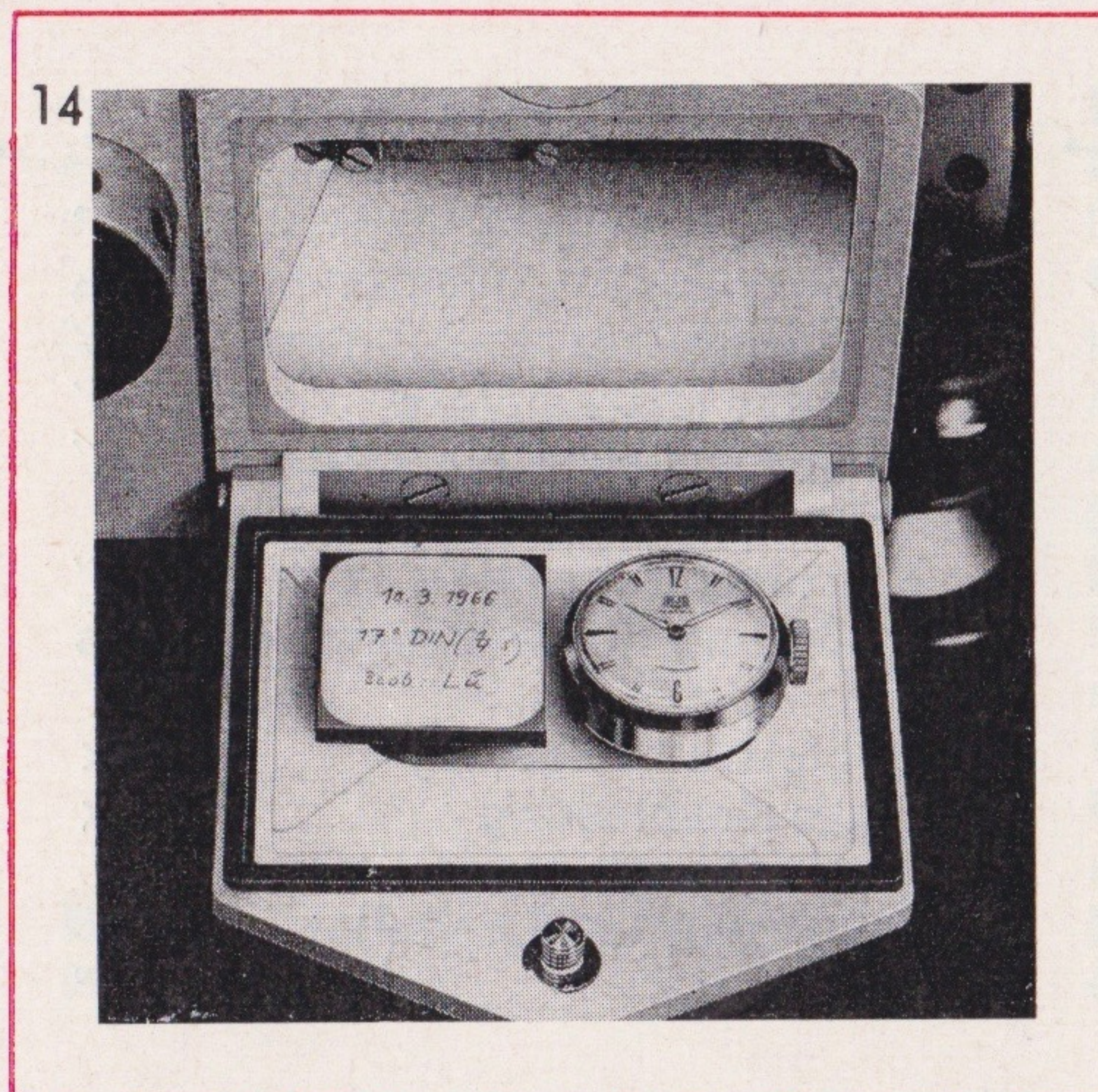


Bild 14. Registriereinrichtung (Notiztäfelchen und Uhr)

Schätzbarkeit der Anzeige 0,1°

Z-Sucherkreis am Fernrohr
Teilungswert 10′
Schätzbarkeit der Anzeige 1′

Sucherfernrohr
Freier Objektivdurchmesser 21 mm
Vergrößerung (wahlweise) 18×, 14×, 9×
Sehfeldwinkel 2,7°
Kürzeste Zielweite 10 m

Libellen
Winkelwert für 2 mm Blasenweg
Alhidadenlibelle für Vorhorizontierung des Gerätes 10″
Orientierungslibelle für die Zenitorientierung des Vertikalkreises 30″
Sucherlibelle am Z-Sucherkreis 2′

Neigungskompensator für Ziellinienstabilisierung
Funktionsbereich ±3′
Mittlerer Einspielfehler ±0,05″
Einspielzeit <2 s

Neigungskompensator für Höhenindexstabilisierung
Funktionsbereich ±3′
Mittlerer Einspielfehler ≤±0,1″
Einspielzeit <1 s

Fotografische Registrierung
Vergrößerung des Teilkreisbildes 7×
Bildformat (mm) der Kamera 24×24
Bildformat (mm) für Teilkreisbild und Uhr mit Schreibtafel 18×18
Belichtungszeit für Negativfilm 17 DIN 1/4 s

Stromversorgung
Stromaufnahme für die Beleuchtung
Insgesamt 6 V, 1,6 A
Je Glühlampe 6 V, 2,1 W bzw. 0,6 W
Stromaufnahme für den Chronographen
Insgesamt 12 V, 0,25 A
Handleuchte 6 V, 2,1 W

Abmessungen (cm)
Theo 002
Höhe 55
Tiefe 60
Breite 37
Kippachsenhöhe 40
Abstand der Fußschrauben von der Stehachse 17,5
Behälter für Theo 002
Höhe 60
Breite 50
Länge 70
Transportbehälter für Theo 002
Höhe 75
Breite 65
Länge 100
Zubehörbehälter
Höhe 18
Breite 35
Länge 50

Masse (kg)
Theo 002 60
Transportbehälter für Theo 002 52,0
Behälter für Theo 002 30,4
Zubehörbehälter 7,2

Daten der Zusatzgeräte

Zentrierstern
Abstand der Auflagepunkte vom Zentrum 175 mm
Empfindlichkeit der Libelle der Zentrierspitze 8′/2 mm
Masse insgesamt (kg) 0,7

Gitterblende
Abblendbereich stufenlos regelbar
Abblendung minimal
Sterngrößenklassen 2,5
Abblendung maximal 1:4000
Masse (kg) 0,2

Registriermeßschraubenokular
Meßbereich 20′
Okularvergrößerungen wahlweise 20×, 15×, 10×
Skalenwert der Grobskale für eine Revolution 100 Skalenteile der Feinskale
Schätzbarkeit der Anzeige der Feinskale 0,1 Skalenteil

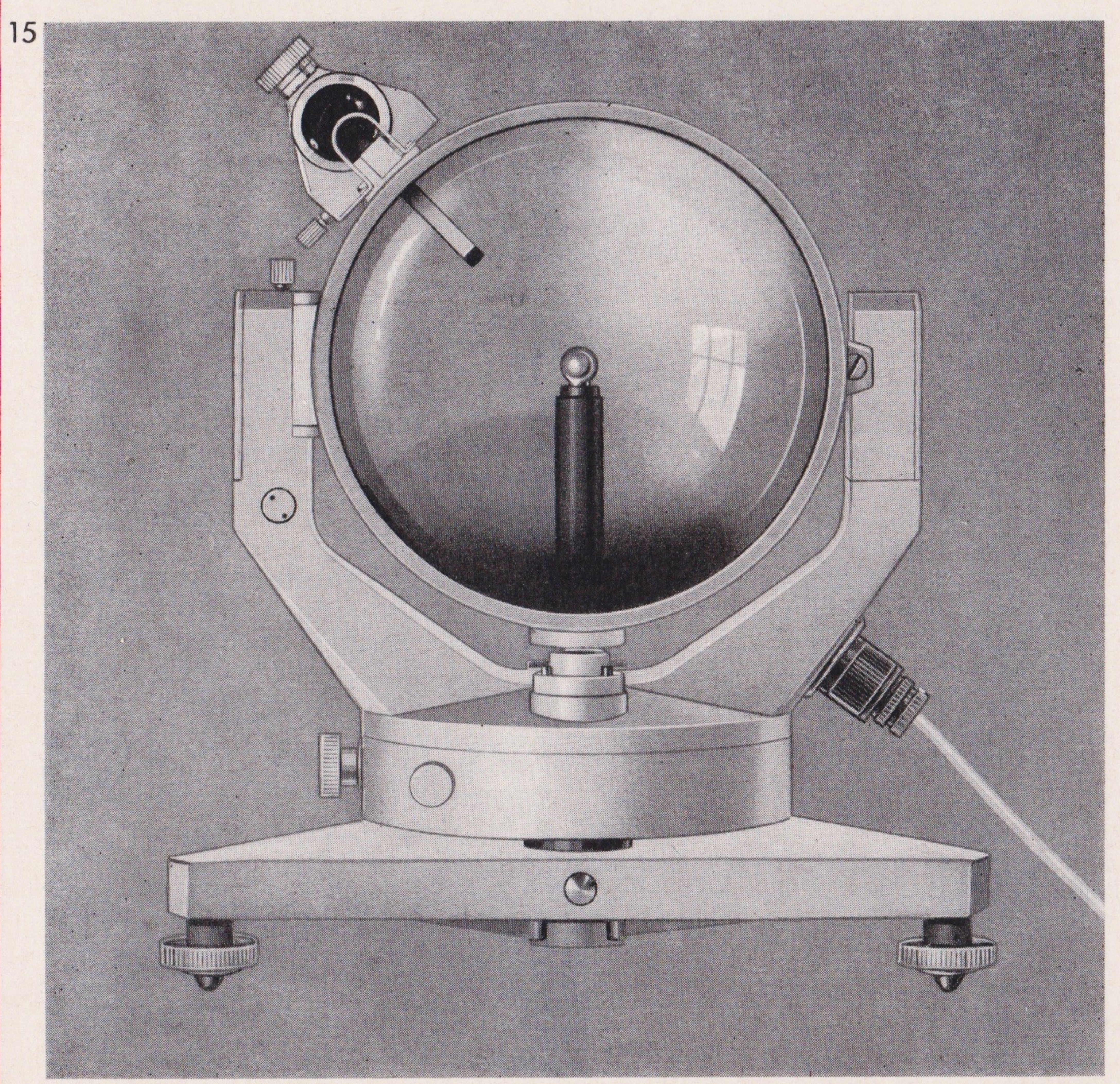
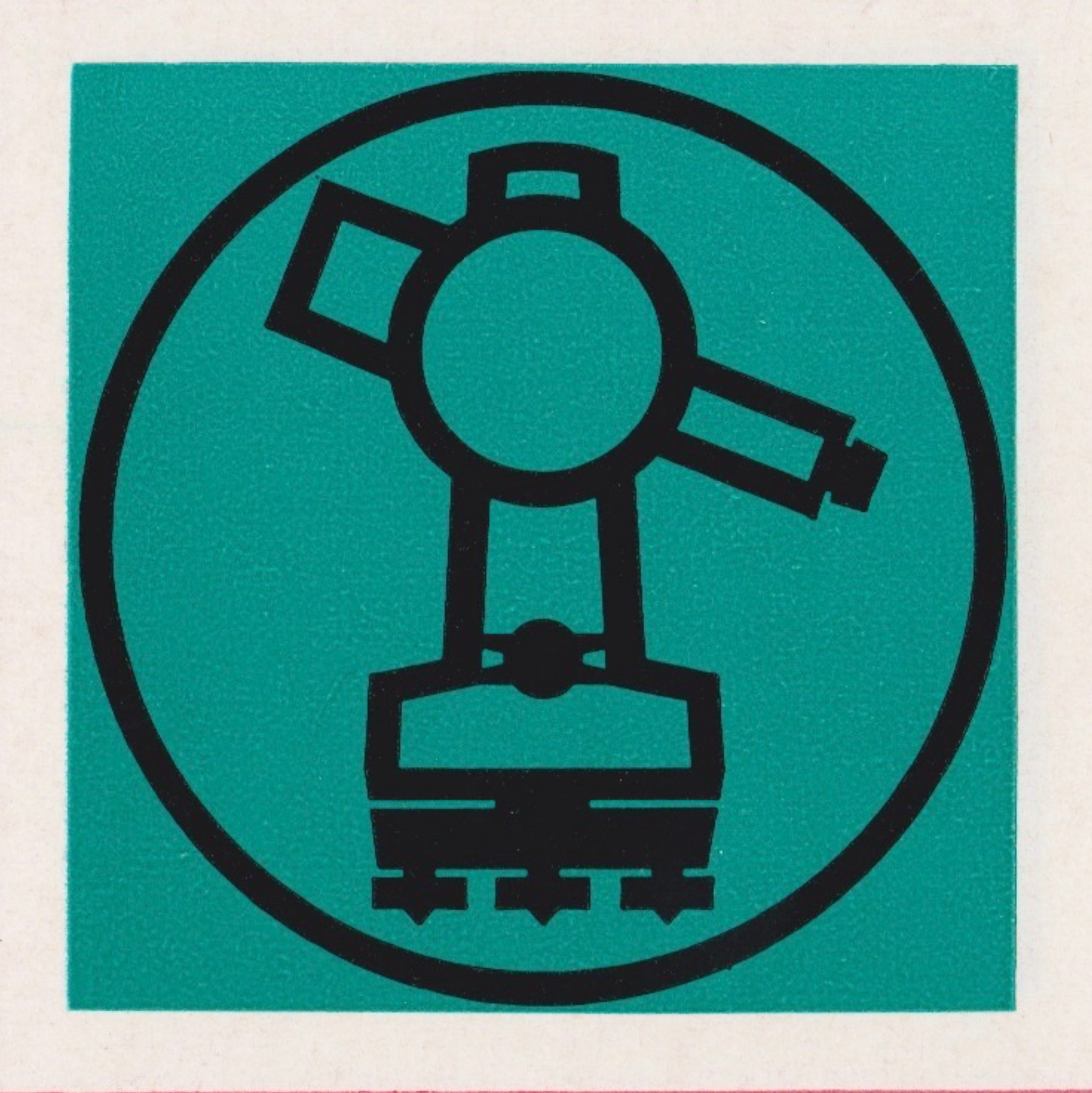


Bild 15. Geodätischer Signalscheinwerfer TSG 200



Horizontalwinkelmessung	
Skalenwert der Feinskale	1,1″
Kontaktbreite	1,8″
Kontaktabstände	11″
Zenitdistanzmessung	
Skalenwert der Feinskale	1,3″
Kontaktbreite	2,0″
Kontaktabstände	13″
Anzahl der möglichen Revolutionen der Meßschraube	12
Anzahl der Kontakte pro Umdrehung	10
Gleichspannung	12 V
Zulässige Leistungsaufnahme	0,25 W
Masse (kg)	1,9

Ausrüstung für Exzentrizitätsbestimmungen

Wahlweise Höhen der Dezimeterbasis über Beobachtungstisch	
Libelle	8′
Masse der Gesamtausrüstung (kg)	2,2
Masse Transportbehälter (kg)	6,0
Abmessungen des Transportbehälters (cm)	
Breite	34
Höhe	18
Länge	48

TSG 200

Durchmesser des Parabolspiegels	200 mm
Glühlampe mit Zentriersockel	6 V, 5 W
Dosenlibelle	2′/2 mm
Hz-Sucherkreis	
Teilungswert	1°
Schätzbarkeit der Anzeige	0,1°
V-Sucherkreissegment	
Teilungswert	1°
Schätzbarkeit der Anzeige	0,1°
Sucherfernrohr	
Vergrößerung	16 ×
Freie Objektivöffnung	32 mm
Masse (kg)	7,6
Masse Transportbehälter (kg)	7,9
Abmessungen des Transportbehälters (cm)	
Breite	38
Höhe	37
Länge	30

Gerät zur Kontrolle der Pfeilerdrehungen

Höhe des Gerätes	200
Angabe der Dosenlibelle	2′/2 mm
Fernrohr	
Vergrößerung	42 ×
Freie Objektivöffnung	50 mm
Kürzeste Zielweite	100 m
Meßschraubenokular	
Bereich	±2,5′
1 Umdrehung (Revolution)	30″
Skalenwert der Meßtrommel	0,5″
Schätzbarkeit der Anzeige	0,1″

Bild 16. Forschungshochhaus des VEB Carl Zeiss JENA

Masse (kg)	15
Masse Transportbehälter (kg)	8,6
Abmessungen des Transportbehälters (cm)	
Breite	45
Höhe	31
Länge	50

Auswertegerät für fotografische Registrierung

Projektionsoptik	
Vergrößerung	10 ×
Öffnungsverhältnis	1:15
Bildfeldgröße	16 mm × 8 mm
Meßeinrichtung	
Teilungsintervall	0,01 mm
Meßbereich	15 mm
Zahl der Meßschraubenumdrehungen	15
Skalenwert der Meßschraube	0,01 mm
Schätzbarkeit der Anzeige	0,005 mm
Skalenwert der Mattscheibe	1 mm
Beleuchtung: Lichtwurflampe	6 V, 30 W
Beleuchtungsapertur: stufenlos regelbar	
Masse (kg)	etwa 10
Masse Transportbehälter (kg)	6,5
Geräteabmessungen (cm)	30,8 × 24,0 × 27,3
Abmessungen des Transportbehälters (cm)	41 × 31 × 30

16



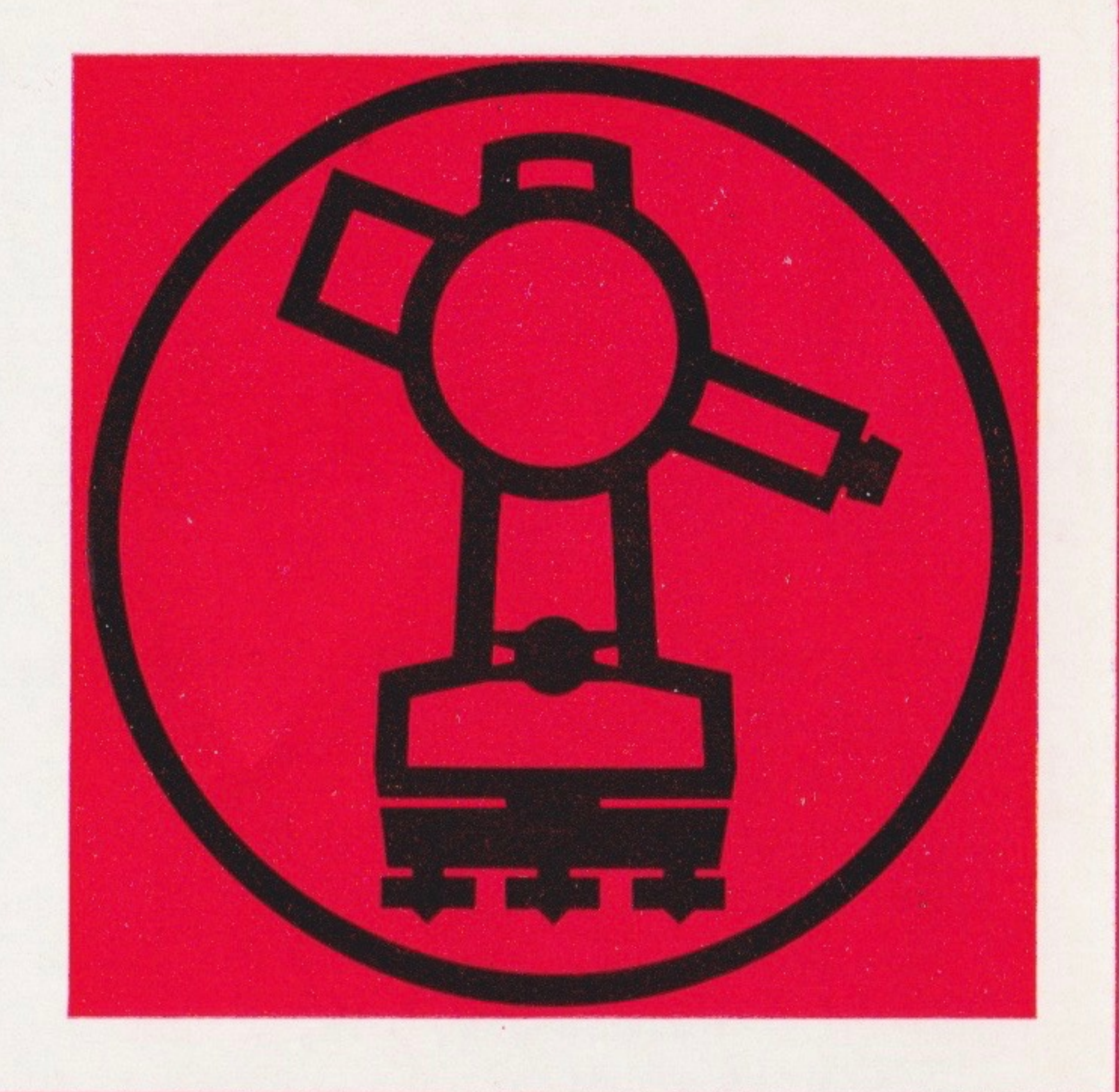
Bestelliste Benennung	Masse kg	Bestell- nummer
Geodätisch-Astronomischer Universal-Theodolit Theo 002		
Standardausrüstung (StA) Geodätisch-Astronomischer Universal-Theodolit Theo 002/360° bestehend aus: 1 Theo 002/360° mit Okular f=12,5 mm und Dreifuß 175 1 Orth. Okular f=16 mm 1 Orth. Okular f=25 mm 1 Gitterblende 1 Zentrierstern 175 2 Satz Zentrierunterlagen 1 Handleuchte mit Glühlampe 6 V, 2,1 W und Zuleitung 1 Anschlußkabel für Theo 002 1 Anschlußkabel für Chronograph		
Ersatz- und Zubehörteile 20 Zwerglampen 01–6 V, 2,1 W 10 Glühlampen D 6 V, 0,6 W – BA 7 s 3 Einbaufassungen 3 Lampenfassungen 1 Dose Fett FG-Li 6 (entgast) 1 Glasgefäß mit Öl 3 Stiftschlüssel 1,4 1 Schraubenzieher 0,23×1,5 1 Schraubenzieher 0,28×2 1 Schraubenzieher 0,48×3,5 1 Schraubenzieher 0,5 2 Staubpinsel 1 Putztuch 2 Schutzkappen für Okulare		

Bestelliste Benennung	Masse kg	Bestell- nummer
Gebrauchsanleitung		
Wetterschutzhaube 2 Tragstangen 1 Transportkiste 1 Aufbewahrungsbehälter für Theo 002 1 Aufbewahrungsbehälter für Zentrierstern, Registrier-Meßschraubenokular und Zubehör		
Theo 002/360° (StA)		101340:001.22
Gerät zur Kontrolle von Pfeilerdrehungen bestehend aus: 1 Gerät zur Kontrolle von Pfeilerdrehungen 1 Anschlußkabel Zubehör 3 Zwerglampen 6 V, 2,1 W 2 Stiftschlüssel 1,4 1 Schraubenzieher A 0,8 1 Schraubenzieher 0,5 1 Zweilochmutterschlüssel 1 Putztuch 1 Staubpinsel 1 Glasgefäß mit Öl in Holzbehälter	23,600	101340:031.22
Auswertegerät für fotografische Registrierung des Theo 002 bestehend aus: 1 Auswertegerät 2 Anschlußkabel Zubehör 3 Lichtwurflampen T-F1/6 V, 30 W 1 Putztuch 1 Gelenkstiftschlüssel 1,9/3,4 1 Stiftschlüssel 1,4 1 Staubpinsel in Holzbehälter	16,500	101340:011.22

Bestelliste Benennung	Masse kg	Bestell- nummer
Ergänzungs-Ausrüstungen		
Registrier-Meßschraubenokular[1])	3,000	101340:041.22
bestehend aus: 1 Registrier-Meßschraubenokular mit Okular f=12,5 1 Okular f=16 1 Okular f=25		
Registrierkamera für Theo 002[1]) **Robot-Recorder 24**		028107:001.21
bestehend aus: 1 Robot-Recorder 24 (ohne Objektiv)		028107:001.28
dazu gehören: 1 Verschluß – Schutzdeckel 6 NR-Kassetten 6 TR-Kassetten 1 Drahtauslöser		160 TGL 10540
Ausrüstung zur Exzentrizitätsbestimmung	11,200	101340:021.22
bestehend aus: 1 Zieltafel (mit Dezimeter-Basis) 1 Richtglas, anklemmbar 1 Zielspitze 1 Verlängerungsstück, kurz 2 Verlängerungsstücken, lang 1 Dreifuß 175 1 Brücke in Holzbehälter		

[1]) Unterbringung in Behältern für Zubehör zum Theo 002

Bestelliste Benennung	Masse kg	Bestell- nummer
Geodätischer Signalscheinwerfer TSG 200	15,500	105405:001.22
bestehend aus: Signalscheinwerfer TSG 200 mit Dosenlibelle 2′ Horizontalkreis 360° Lichtwurflampe 6 V, 5 W, Steckzapfen 34 ∅ Parabolspiegel 200 mm ∅ hierzu gehören: 1 Dreifuß 175 mit 3 Zentrierunterlagen 1 Sucherfernrohr 16× 1 Anschlußkabel mit Kupplungssteckdose dreipolig 5 Sicherungsschrauben Zubehör: 1 Glasgefäß mit Öl 4 Lichtwurflampen 6 V, 5 W 1 Schraubenzieher A 1,2×170 1 Sechskant-Ringschlüssel 1 Sechskant-Steckschlüssel 1 Drehstift 3 Stiftschlüssel 1,4 1 Putztuch 1 Staubpinsel Gebrauchsanleitung in Holzbehälter		



Fertigungsprogramm
Vermessungsgeräte

Geodätische Geräte
Doppelwinkelprisma, dazu: Schnurlot – Vierteiliges Stablot
Nivellier Ni 030,
dazu: Planplattenmikrometer 008 mit Ableselupe
Nivellier Ni 004
Kompensator-Nivellier Ni 025
Kompensator-Nivellier Ni 007
Kleintheodolit Theo 120
Tachymeter-Theodolit Theo 020 mit automatischem Höhenindex und eingebautem optischem Lot, dazu: Meridiansucher 300
Sekunden-Theodolit The 010, dazu: Reiterlibelle, Horrebow-Libelle
Geodätisch-Astronomischer Universal-Theodolit Theo 002
Reduktions-Tachymeter Dahlta 020
Reduktions-Tachymeter Redta 002, dazu: Redtalatten-Ausrüstungen
Basis-Reduktions-Tachymeter BRT 006
Elektro-Optisches Streckenmeßgerät EOS
Automat. Präzisions-Zenitlot PZL
Geodät. Signalscheinwerfer TSG 200

Ergänzungsteile und -ausrüstungen
Nivellierlatten 4 m
Präzisions-Nivellierlatten 3 m und 1,75 m
Farbfilter – Steilsichtprismen – Zenitokulare
Röhrenbussole – Kreisbussole – Nivellierlibelle
Kartiertisch Karti – Markscheider-Ausrüstungen – Maueruntersatz – Zentrierstock – Optisches Lot – Dreifuß mit eingebautem optischem Lot – Basislatten-Ausrüstungen – Tafelsignal-Ausrüstungen – Lichtsignal-Ausrüstungen
Dimess-Ausrüstungen



Fertigungsprogramme
Photogrammetrische Geräte

Luftbildaufnahme
Luftbildmeßkammer MRB 21/1818, MRB11,5/1818, MRB 15/2323, MRB 9/2323
Belichtungsmesser Aerolux
Laser-Höhenmesser Altimat
Registrierstatoskop Regiscop
Labortechnik
Filmentwicklungsgerät EG 120
Filmtrocknungsgerät TS 120
Elektronisches Kopiergerät Elcop
Entzerrung
Präzisions-Entzerrungsgerät Rectimat
Luftbildumzeichner LUZ
Interpretation
Interpretationsgerät Interpretoskop
Filmdurchmusterungsgerät Photopret
Spiegelstereoskop
Interpretationsbesteck Topopret
Taschenstereoskop
Luftbildauswertung
Universelles Auswertesystem Stereotrigomat
Universelles Präzisions-Auswertegerät Stereoplanigraph
Präzisions-Auswertegerät Stereometrograph
Topographisches Auswertegerät Topocart
Topographisches Auswertegerät Topocart mit Differentialentzerrungseinrichtung Orthophot
Stereopantometer
Analytische Photogrammetrie
Präzisions-Luftbildstereokomparator Stecometer
Stereokomparator Steko 1818
Punktübertragungsgerät Transmark
Datenverarbeitung
Automatischer Präzisions-Koordinatograph Cartimat
Präzisionskoordinatograph 800 × 800
Präzisionskoordinatograph 800 × 800 EL
Präzisionskoordinatograph 900 × 1200
Präzisionskoordinatograph 900 × 1200 EL
Koordinatenregistriergerät Coordimeter
Terrestrische Photogrammetrie
Universalmeßkammer UMK 10/1318
Stereomeßkammer SMK 5,5/0808/40
Stereomeßkammer SMK 5,5/0808/120
Phototheodolit Photheo 19/1318
Präzisions-Auswertegerät für terrestrische Meßbilder
Stereoautograph 1318